

Potentiella arealer för ökad virkesproduktion i norra Sverige genom skogsodling med *Pinus contorta* var. *latifolia*, *Larix sukaczewii*, *Abies lasiocarpa*, *Populus × wettsteinii* och *Picea mariana*.

*Potential areas for increased timber production in northern Sweden by cultivation with *Pinus contorta* var. *latifolia*, *Larix sukaczewii*, *Abies lasiocarpa*, *Populus × wettsteinii* and *Picea mariana*.*



Lärkbestånd planterat 1844, fotograferat 1919 (365 kubikmeter per hektar.) SLU, skogsbiblioteket

Mikael Öhman, Erik Söderholm

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

| | |
|---------------------------------|---|
| Enhet | Fakulteten för skogsvetenskap |
| Författare | Erik Söderholm, Mikael Öhman |
| Titel | Potentiella arealer för ökad virkesproduktion i norra Sverige genom skogsodling med <i>Pinus contorta</i> var. <i>latifolia</i> , <i>Larix sukaczewii</i> , <i>Abies lasiocarpa</i> , <i>Populus × wettsteinii</i> och <i>Picea mariana</i> . |
| Nyckelord | Alternativa trädslag, Norrland, ökad volymtillväxt, lämpliga områden. |
| Handledare | Göran Hallsby, Inst. för skogens ekologi och skötsel |
| Examinator | Anders Alanärä, fakulteten för skogsvetenskap |
| Kurstitel | Kandidatarbete i skogsvetenskap |
| Kurskod | EX0592 |
| Program | Jägmästarprogrammet |
| Omfattning på arbetet | 15 hp |
| Nivå och fördjupning på arbetet | G2E |
| Utgivningsort | Umeå |
| Utgivningsår | 2010 |

Sammanfattning

Sverige är ett artfattigt land med hänseende på antalet trädarter. I propositionen "En skogspolitik i takt med tiden" (2007/08:108) ses exotiska trädslag som en möjlighet till att öka tillväxten i Sverige. I det här arbetet utforskades eventuella arealer för skogsodling av contorta, Rysk lärk, svartgran, klippgran och hybridasp för ökad volymtillväxt per hektar i norra Sverige. Trädslagsförsök har indikerat att dessa trädslag kan överträffa våra övriga inhemska trädslags volymtillväxt. Arealerna identifierades genom att utifrån flera kartmaterial bygga modeller som tog hänsyn till abiotiska faktorer som spelar stor roll för de valda trädslagens konkurrenskraft mot våra inhemska trädslag.

Arbetet resulterade i flera kartmaterial som visar den potentiella arealen för varje trädslag där de kan öka volymproduktionen, samt en sammanställning med alla fem trädslag. Där flera trädslag passar på samma mark i sammanställningen valdes contorta i första hand, därefter lärk, svartgran, hybridasp och sist klippgran.

Resultatet visar att skogsodling med contorta för att öka virkesproduktionen kan vara aktuell på 6,45 miljoner hektar, lärk på 2,9 miljoner hektar, klippgran på 2,64 miljoner hektar, hybridasp på ca 40500 hektar och svartgran på ca 4200 hektar.

Totalt 58 % eller ca 10 miljoner hektar av den produktiva skogsmarksarealen skulle kunna vara möjlig för skogsplantering för ökad volymtillväxt med de fem studerade trädslagen. På ytterligare 1,3 miljoner hektar som mestadels består av fjäll/fjällnäraområden och jordbruksområden kan klippgran respektive hybridasp öka volymtillväxten.

På skogsmarken i Norrland blev fördelningen i procent efter sammanslagning ungefär 43 % contorta, 42 % övriga inhemska arter, 12 % lärk, 3 % klippgran och hybridasp samt klippgran under en procent.

Abstract

Sweden is a country with few native tree species. According to Govt. 2007/08: 108, exotic tree species may be seen as an opportunity to increase the growth of tree volume in Sweden. Potential areas were explored in this work for cultivation with *Pinus contorta* var. *latifolia* Engelm., *Larix sukaczewii* Dylis, *Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt., *Populus × wettsteinii* Hämet-Ahti (*tremula × tremuloides*) and *Picea mariana* (Mill.) Britton et.al. for increased volume growth per hectare in northern Sweden. Yield experiments indicated that these trees can outperform our native trees in volume growth on some locations. Those areas were found with the help of several maps and models. The models only took in account the abiotic factors that play a major role for the selected trees competitiveness in volume growth against our native tree species.

The work resulted in several maps showing the potential area for each tree species and one in which all the five species were included. Where several species fits on the same area were primarily *P. contorta* var. *latifolia* chosen, and then *L. sukaczewii*, *P. mariana*, *P. × wettsteinii* and last *A. lasiocarpa*.

The results show that cultivation with *P. contorta* var. *latifolia* to increase timber production can be possible on 6.45 million hectares, *L. sukaczewii* on 2.9 million hectares, *A. lasiocarpa* on 2.64 million hectares, *P. × wettsteinii* on about 40 500 hectares and *P. mariana* on 4 200 hectares.

Overall 58 % or about 10 million hectares of the productive forest in north Sweden could be possible for cultivation to increase volume growth with *P. contorta* var. *latifolia*, *L. sukaczewii*, *A. lasiocarpa*, *P. × wettsteinii* and *P. mariana*. Additional 1.3 million hectares consisting of mainly mountain/montane areas and agricultural areas can be cultivated with *Populus × wettsteinii* and *Abies lasiocarpa* for increased yield.

On forest land in northern Sweden the distribution in percent after merging was 43 % *P. contorta* 42 % other indigenous species 12 % *L. sukaczewii* and 3 % *A. lasiocarpa*. *P. × wettsteinii* and *P. mariana* was below one percent.

Innehållsförteckning

| | |
|--|----|
| Sammanfattning | 2 |
| Inledning | 5 |
| Problemställning | 6 |
| Fakta om utvalda trädslag | 8 |
| Contorta (<i>Pinus contorta</i> var. <i>latifolia</i>) | 8 |
| Rysk lärk (<i>Larix sukaczewii</i>) | 9 |
| Klippgran (<i>Abies lasiocarpa</i>) | 11 |
| Svartgran (<i>Picea mariana</i>) | 12 |
| Hybridasp (<i>Populus × wettsteinii</i>) | 13 |
| Material och metoder | 14 |
| Resultat | 20 |
| Diskussion | 34 |
| Tillkännagivande | 40 |
| Litteraturlista | 40 |
| Bilaga | 44 |

Inledning

Sverige är nära förknippat med skog då cirka 23 miljoner hektar av Sveriges totala areal på 41 miljoner hektar täcks av skog (Skogstyrelsens hemsida). Trädarterna som bildar denna skog är få i jämförelse med t.ex. västra Amerika och östra Ryssland i samma klimatzon. I Canada och USA finns exempelvis 90 olika barrträdsarter i samma klimatzon. (Kardell, 1989) Sverige har förlorat trädslag som har biologiska förutsättningar att växa här eftersom trädarter har trängts undan av upprepade nedisningar och inte kunnat vandra tillbaka igen (Martinsson, 1987).

”Varje trädslag har specifika men olika ståndortskrav för att utvecklas optimalt. Att endast använda två trädslag innebär att många ståndorter inte utnyttjas optimalt med avseende på deras virkesproduktion.” (Martinsson, 1989, s. 22)

År 1754 föreslog Carl von Linné för Sveriges riksdag att fjällen i lappland skulle beskogas med rysk lärk (Martinsson, 1987). Senare tids forskning har visat att lärk har vuxit i Sverige efter senaste istiden då en cirka 8 000 år gammal lärkkotte hittats i en myr på Fulufjället i Dalarna (Kullman, 2005). Europeisk lärk var det första trädslaget som infördes i de södra delarna av Sverige i slutet av 1700-talet. Under 1800-talet provades bl. a. *Pinus contorta* på privata planteringar. Under hungeråren 1860 provade Skogstyrelsen *Pinus cembra* L.

1892 infördes sibirisk lärk av Domänstyrelsen, nuvarande Sveaskog. Under 1950-talet var intresset stort för lärk och plantager anlades, men många blev misslyckade på grund av att fel provenienser användes. Senare blev *Pinus contorta* en mycket uppmärksam art som under 1960–70-talet lanserades av SCA och AB Iggesunds bruk. En av anledningarna till införandet av *contorta* var att motverka en framtida virkesbrist. (Kardell, 1989) Introduktionen av *contorta* var framgångsrik och fick stora praktiska betydelser för skogsbruket. (Martinsson & Winsa, 1986)

I propositionen ”En skogspolitik i takt med tiden” (2007/08:108) ges förslag på åtgärder för att kunna öka biomassatillväxten. Ett av förslagen är att se över reglerna och möjligheterna för skogsodling med främmande trädslag. På uppdrag av regeringen har MINT utredningen (möjligheter till intensivodling av skog på marker med låga naturvärden) utförts av SLU 2009. I utredningen ses främmande trädslag som en av flera sätt att öka produktionen. (Larsson m.fl., 2009)

Trädslagens anpassning till klimatet avgör om ett det trivs på en ståndort eller inte, och det är därför naturligt att söka efter nya trädslag i områden som har ett liknade klimat som det i Norrland, t.ex. i Ryssland och Canada (Fahlvik m.fl., 2009).

Det finns vissa trädslag man kan urskilja där mer erfarenhet finns, inte bara från trädslagsförsök utan även begränsad praktisk erfarenhet, om lämpliga provenienser och ståndortskrav i Sverige (Martinsson & Winsa, 1986):

Abies alba Mill.

Abies grandis (D.Don) Lindl.

Abies lasiocarpa (Hook.) Nutt.

Larix decidua Mill.
Larix leptolepis (Siebold & Zucc.) Gordon
Larix sukaczewii Dylis
Picea mariana (Mill.) Britton et.al.
Pinus contorta var. *latifolia* Engelm.
Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco

Utöver dessa trädslag finns ytterligare ett antal som skulle kunna odlas med framgång i Sverige men för vilka den praktiska erfarenheten anses alltför begränsad (Rosvall, 1987).

Abies sibirica Ledeb.
Larix gmelinii (Rupr.) Kuzen.
Larix laricina Mill.
Larix sibirica (Münchh.) Ledeb.
Picea engelmannii Engelm.
Picea glauca (Moench) Voss
Pinus banksiana Lamb.
Pinus cembra L.

Problemställning

I denna studie vill vi försöka få en överblick över områden och arealer i Norrland där ökad volymproduktion per hektar skulle kunna uppnås genom odling av lämpliga utländska eller för närvarande sparsamt förekommande trädslag.

Genom att välja ut de trädslag som anses ha mest lovande volymproduktion och sammanställa fakta om deras ståndortskrav samt använda oss av kartunderlag som beskriver abiotiska förutsättningar, vill vi bygga upp en vägledande karta.

Ett sådant kartmaterial skulle kunna vara till hjälp om en markägare funderar på vilka trädslag som kan vara aktuella inom ett område. Kartan kan också ses som en översiktskarta över möjlig användning av alternativa trädslag i Norrland.

Frågeställningen är följande: På vilka arealer i Norrland kan alternativa trädslag ge en högre volymtillväxt per hektar än de inhemska trädslagen?

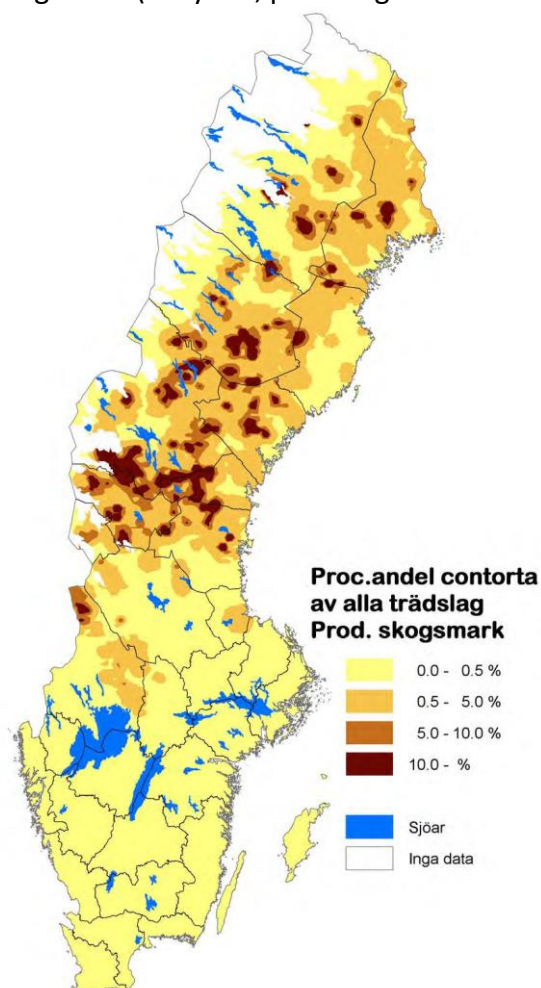
Vi fokuserar helt på de trädslag som har framställts som mest lovande av Rosvalls (1987, 1996, 1998, 2007), Martinssons (1986, 1987, 1994), Elfving (1986, 1993) och Karlmans (2010) arbeten samt MINT utredningen (Larsson m.fl., 2009) : *Pinus contorta* var. *latifolia*, *Larix sukaczewii*, *Picea mariana*, *Abies lasiocarpa* och *Populus × wettsteinii*.

Nuvarande areal

Frånsett contortan är användningen av främmande trädslag mycket liten i Sverige. Så liten att endast contorta och lärk syns i officiell statistik där lärken står för mindre än 0,05 % och contortan ca 0,4 % av Sveriges virkesförråd (figur 1). Lärk odlas uppskattningsvis på något eller några 10 tusentals hektar, contorta på ca 600000 hektar (tabell 1) och övriga trädslag på mindre än några tusen hektar vardera. (Agestam, 2005)

I Sverige fanns det 1990, 980 000 m³ lärk varav 373 000 m³ återfinns i norra Sverige (Martinsson & Lesinski, 2007).

Det är osäkert hur många hektar hybridasp som är planterat i Sverige men det är minst i storleksordningen 1100 hektar enligt bidragsansökningar, av dessa 1100 hektar är cirka 900 på skogsmark (L. Rytter, personlig kommunikation, 17 mars, 2010).



Tabell 1. Contortadominerad skog och andelen av skogsmarksarealen i Norrlandslänen (Norén & Ringagård, 2009)

| Län | ha | % |
|----------------|--------|-----|
| Västernorrland | 85000 | 5,0 |
| Västerbotten | 100000 | 3,2 |
| Norrbotten | 100000 | 2,8 |
| Jämtland | 145000 | 5,5 |
| Gävleborg | 30000 | 2,0 |
| Samtliga | 460000 | |

Figur 1. Andelen contorta av alla trädslag 2003-2007 på produktiv skogsmark. Andelen mäts som andel av grundytan när höjden är minst 7 m. Är höjden under 7 m mäts andelen av stamantalet. (Riksskogstaxeringen)

Fakta om utvalda trädslag

Contorta (*Pinus contorta* var. *latifolia*)

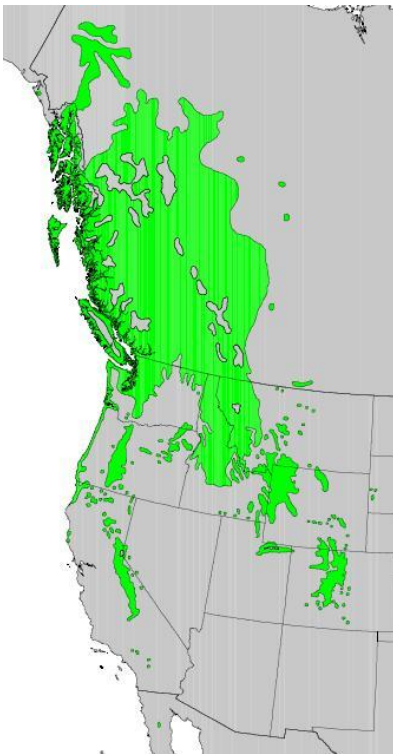
Motivering

Contortan är lik vår svenska tall och passar därför på liknande marker. Contortan klarar kärva föryngringslokaler bättre än inhemsk tall. (Rosvall m.fl., 1998)

Contortan har högre produktion och liknande virkesegenskaper som den inhemska tallen och den löpande tillväxten kulminerar tidigare. Det går att hitta contorta material som är hårdigt och lämpligt på svårföryngrade lokaler där det kan vara svårt att hitta tillräckligt med frömaterial norrifrån för odling av svensk tall. Det finns betydande praktisk erfarenhet av contorta i Sverige. (Fahlvik m.fl., 2009)

Bakgrund

Contortatallens naturliga utbredningsområde är västra Nordamerika mellan 30:e och 64:e breddgraden på höjder från havsnivå till 3900 m ö.h. (Elfving m.fl., 2001).



Figur 2. Contortans naturliga utbredningsområde i västra Nordamerika (U.S. Geological Survey, 1999).

Jämfört med andra trädslag växer contorta på marker med mycket varierande förutsättningar då den finns på maritima, kontinentala och fjällnära områden, vilket gör att den kan växa på mycket varierande marktyper, både blöta och torra marker. Contorta är ett pionjärträdslag som normalt förökar sig vid brand, med serotina kottar som öppnar sig först vid hög temperatur. Pansarbark saknas vilket leder till att alla etablerade träd dör vid en eventuell skogsbrand. (Elfving m.fl., 2001)

De första försöksplanteringarna i Sverige gjordes på 1920-talet, men den riktigt stora introduktionen började på 1970-talet för att sedan kulminera 1980 och minska fram till för några år sedan då användningen på nytt började öka (Fahlvik m.fl., 2009).

Potential

Contorta har visats ge i genomsnitt 36 % högre volymproduktion än svensk tall oberoende av ståndorten (Elfving & Norgren, 1993). När ståndortsindex (SI) för contorta och svensk tall jämfördes på 95 olika ståndorter visade det sig att contortan inte vuxit sämre än svensk tall på någon av platserna (Elfving m.fl., 1993). Det finns studier, b.la. SCA:s odlingsförsök på beståndsnivå, som visar på upp till 53 % bättre volymtillväxt för contorta jämfört med svensk tall (Persson, 2008). En jämförelse av höjdtutvecklingen visar att contortans tillväxt motsvarade ståndortsindex T 27 samtidigt som svensk tall visade T 24 på samma mark (Persson, 2008). Den omloppstid som ger den högsta boniteten för contorta är 10 till 15 år kortare än för inhemsk tall på samma mark. Contorta har även högre överlevnad i plantstadiet, cirka 2 %, men cirka 5 % högre dödlighet efter gallring jämfört med svensk tall. (Elfving m.fl. 2000) En jämförelse mellan svensk tall och contorta med avseende på användbar volym och överlevnad visar att den relativa överlägsenheten hos contorta är cirka 32 % på bark (Elfving m.fl., 1993).

Granmarker bedöms i regel olämpliga för odling av contorta (Rosvall m.fl. 1998). Fuktiga och bördiga marker bör undvikas då contortans ungdomstillväxt inte är särskilt bra på sådana marker, samtidigt som andra trädarter som gran är mer passande (Elfving m.fl. 2000). Det finns dock inga studier som jämför gran med contorta (Agestam & Karlsson, 2009). Forskning har bedrivits på dikad torvmark för att avgöra om contorta skulle kunna vara ett bättre alternativ för ökad produktion än svensk tall. Vissa data tyder på det men då de flesta försöken är på ett tidigt stadium är det för tidigt att dra någon säker slutsats. (Sundström, 1997)

Rysk lärk (*Larix sukaczewii*)

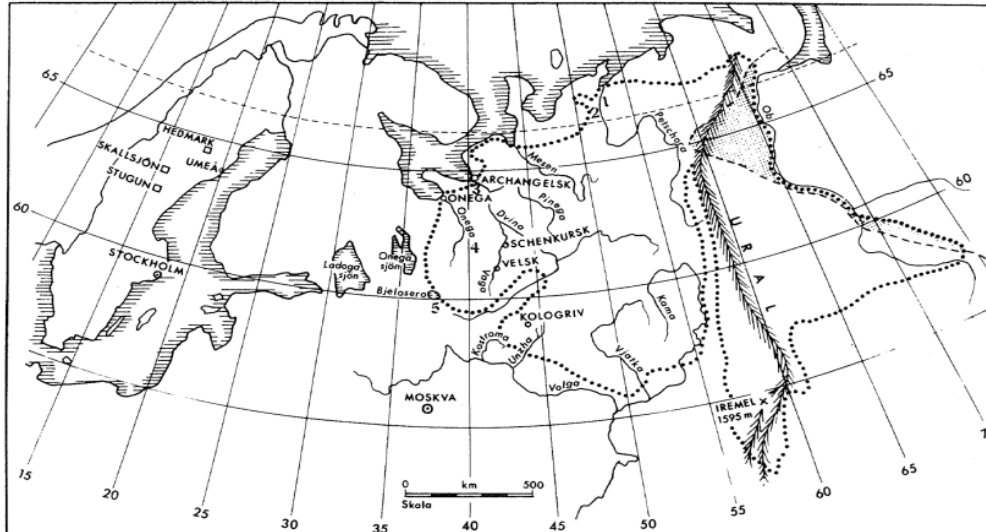
Motivering

I norra Sverige är *Larix sukaczewii* den lärk som lämpar sig bäst av lärkarterna med sin mycket goda härdighet och tillväxt (Martinsson & Winsa, 1986). Rysk lärk har visat sig växa bättre än tall och gran under bark på de bästa markerna i norrland, dock med stor variation beroende på ståndorten (Martinssons, 1994).

Bakgrund

Den Ryska lärken är ett pionjärträdslag och har stora ljuskrav. Lärken är anpassad till att föryngra sig efter skogsbrand som den kan överleva tack vare en tjock skyddande bark. Lärk utgör 38 % av Rysslands virkesförråd. Lärk finns även i Kina, Mongoliet, Japan, Nordamerika och Centraleuropa. Det finns cirka 10 olika arter av lärk. Sibirisk lärk består av två arter, *Larix Sukaczewii* och *Larix Sibirica*. (Martinsson, 1999)

Lärk är bland de vanligaste trädslagen inom den boreala barrskogszonen då enbart arten *Larix sukaczewii* täcker ett område som är fyra gånger större än Sverige (Simak, 1979). Den Ryska lärkens naturliga utbredningsområde är östra Ryssland och utbredningsområdet sträcker sig mellan 52° N och 68° N (figur 3).



Figur 3. *L. sukaczewii*s naturliga utbredning markerad med prickad gräns (Simak, 1979).

Potential

Larix Sukaczewii har visats växa i genomsnitt 10-25 % bättre än tall och gran under bark på olika marker i Norrland, dock med stora variationer. Lärken växer sämre än svensk tall och gran på flacka, våta eller torra marker. (Martinssons, 1994)

Rysk lärk kommer bäst till sin rätt på näringsrika marker i norrländska höjdlägen med rörligt markvatten (Martinsson & Hannerz, 1992).

Martinsson & Lesinki (2007) har sammanställt tillgängliga produktionsjämförelser mellan tall/gran och lärk. De hävdar att i Norrland växer lärken bäst i jämförelse med gran och tall på bördiga marker, 64 % bättre på bark och 38 % bättre under bark än tall på ståndorter med SI L36/T28. På marker med lägre bördighet (L27/T20,8) är lärken endast 2 % bättre på bark eller 12 % sämre under bark. Vid L27/T21 går gränsen då svensk tall växer bättre än lärken. Vid ståndortsindex L30/T24 producerar lärken mer än tall och även gran, speciellt i höglägen. Något tydliga samband mellan ståndortsindex hos gran och lärk kunde dock inte hittas.

Larix Sukaczewii verkar även växa bättre än contorta på hög höjd och framför allt på platser med rörligt markvatten under långa perioder. Antagandet bygger på att produktionen hos *Larix sukaczewii* var överlägsen contorta på två försöks ytor i norra Sverige som ligger på 535m öh respektive 70 m och bägge med långa perioder med rörligt markvatten. Rörligt markvatten är en avgörande faktor för att lärken ska växa bra. Rörligt markvatten ger inte lika kraftig positiv effekt på svensk tall och gran. (Martinsson, 1995)

Fattiga sandjordar, organiska jordar och jordar med extremt fin struktur av lera bör undvikas. Optimal grundvattennivå är 1,5-2 meter. Den mark som ger den bästa tillväxten är grov morän med vegetationsklassen blåbärstyp (Martinsson & Lesinski, 2007).

Klippgran (*Abies lasiocarpa*)

Motivering

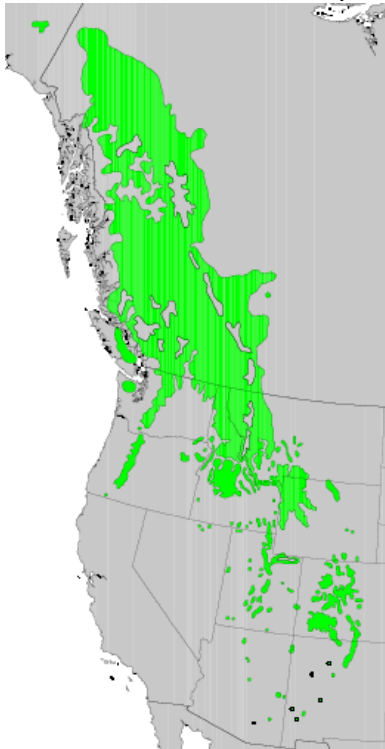
I trädslagsförsöket på Avardefjället som anlades på 1920-talet visade en inventering 1994 att det var klippgranen som bäst utnyttjat ståndorten och klarat det kärva klimatet.

Höjdtvecklingen och skadefrekvensen var förvånansvärt lika trots den stora höjdskillnaden mellan försöksytorna som låg på 440 till 720 meter över havet. (Arvidsson & Petersson, 1995)

I ett proveniensförsök på Tortfjället anlagt 1962 som inventerades 1991 hade samtliga provenienser av klippgran vuxit bättre än den lokala granen. Klippgranen hade producerat mellan 26 och 71 m³sk/ha medan den lokala granen producerat 15 m³sk/ha. (Johansson & Holmberg, 1992)

Bakgrund

Det naturliga utbredningsområdet för Klippgranen är väster om klippiga bergen på hög höjd från södra Alaska ner till sydvästra USA (Little, 1971).



Figur 4. Klippgrans naturliga utbredningsområde i västra Nordamerika (U.S. Geological Survey, 1999).

Klippgran växer ofta tillsammans med andra trädslag, som t.ex. *Pinus contorta*, men bildar trädslagsrena bestånd på högre höjd (Martinsson & Winsa, 1986).

Klippgran är mycket skuggtålig och kan bilda ett djupt rotsystem. På grunda jordar där rotsystemet blir ytligt är klippgranen vindkänslig. Kalla vintrar med tjocka snötäcken och kalla somrar kännetecknar klippgranens växtplatser. (Alexander m.fl., 1990)

Klippgranen som är mycket köldtolerant är trädgränsbildande och kan växa på utsatta höjdlägen. Den smala kronan gör att den klarar hårda vindar och högt snötryck. (Arvidsson & Persson, 1995)

Potential

Vid en inventering av klippgransbestånd i Jämtland som utfördes 1987 kom man fram till att klippgranen är mycket hårdig och växer bra på höjdlägen i fjälltrakterna. Medelproduktionen i bestånden på Avar dofjället var 4,2 m³sk/ha/år för den lägsta ytan och 1,8 m³sk/ha/år för den högsta ytan som ligger över barrskogsgränsen. (Olausson, 1987) I försöksserien "Skogsodlingsförsök i hårt klimat" visade resultaten 5-12 år efter plantering bland annat att överlevnaden var högst för klippgran och svartgran, följda av vanlig gran och sibirisk ädelgran. Trädhöjden var högst för contorta och lärk, därefter kom tall och svartgran. På lokaler som var extremt utsatta för frost hade svartgranen högre överlevnadsgrad än klippgranen. (Rosvall m fl., 1996)

Nya resultat som pekar åt samma håll kommer under våren 2010 (J. Kroon, personlig kommunikation, 3 mars, 2010).

Svartgran (*Picea mariana*)

Motivering

I en jämförelse mellan vitgran, svartgran och vanlig gran i Norrland så var svartgranen överlägsen i klimatlägen kallare än 900 dygnsgrader om man såg till riskindex, där både trädhöjd och överlevnad vägs in (Kroon & Rosvall, 2006).

Bakgrund

Svartgranens naturliga utbredningsområde täcker i stort sett hela Kanada och upp till trädgränsen i Alaska, samt söderut ner till de stora sjöarna vid gränsen till Förenta staterna (Little 1971).



Figur 5. Naturligt utbredningsområde för *Picea mariana* (U.S. Geological Survey, 1999).

Svartgranen är ett pionjärträdslag som växer på både fast- och torvmark och uppkommer ofta genom frösådd efter brand då kottarna är serotina. Svartgranen förekommer främst som trädslagsrena bestånd på mossar och i kärr men växer i norr även på fastmark i blandskog med vitgran. (Martinsson & Winsta, 1986)

Rotsystemet är ytligt med huvuddelen av rötterna i humuslagret vilket gör att svartgranen kan växa på grunda jordar och även permafrost, där det tinade djupet ofta är så lite som 40 cm. Svartgranen växer dock främst på våta organiska jordar (Viereck et al, 1990).

Potential

I södra och mellersta Sverige är svartgranen lämplig på frostlänta och fuktiga torvdominerade marker. På mineraljordar är vår inhemska gran överlägsen svartgranen. (Gyllemark, 2002)

I norra Sverige finns försök på tallmark där svartgranen producerar marginellt bättre än inhemsk gran men betydligt sämre än inhemsk tall och contorta (Lundström 2003). Svartgranens snabba höjdtillväxt i ungdomen kulminerar tidigt och det tillsammans med en låg diametertillväxt gör att medelproduktionen under en längre period blir låg. Långsiktigt är det endast på extremt svårföryngrade marker som svartgranen kan mäta sig med vår inhemska gran. (Kroon & Rosvall, 2006) Mossodlingsförsök i Norrland anlades av SLU 1986-87 där bland annat svartgran testades men några resultat från försöken finns inte. Enligt Mats Hannerz blev försöken ganska misslyckade (M. Hannerz, personlig kommunikation, 3 mars, 2010).

Hybridasp (*Populus × wettsteinii*)

Motivering

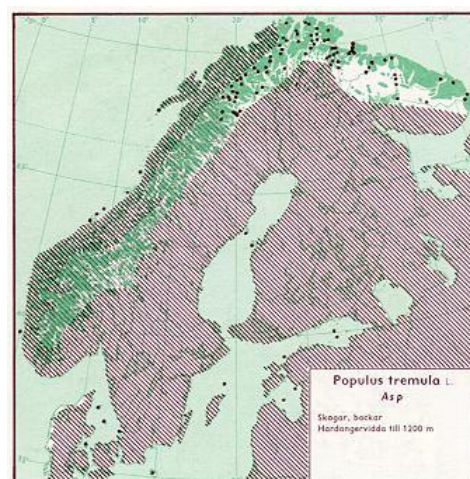
Hybridasperen växer betydligt bättre än vanlig svensk asp och är sannolikt ett alternativ i Svealand och på milda lokaler i södra Norrland (Norén & Ringagård, 2009). I Finland finns ett material som troligtvis kan fungera i södra Norrland (L. Rytter, personlig kommunikation, 11 mars 2010). Ett försök med hybridasp i Stöde några mil väster om Sundvall visar på en högre torrsubstans produktion än gran (Elfving, 1986).

Bakgrund

Hybridasperen är en korsning mellan europeisk och amerikansk asp som växer dubbelt så bra som vår svenska asp (Rosvall m.fl., 2007).



Figur 6. Naturligt utbredningsområde för *Populus tremuloides* (U.S. Geological Survey, 1999).



Figur 7. Utredningsområde för *Populus tremula* i Sverige, sträckat område (virtuella floran).

Hybridaspens löpande tillväxt kulminerar mycket tidigt jämfört med andra svenska trädslag, medeltillväxten kulminerar redan vid 20-25 års ålder (Eriksson, 1989). De första korsningarna gjordes 1939 i Skåne och tändsticksindustrin bedrev forskning i Götaland och Svealand för att få fram bättre plantmaterial från 1940 till 1965 då den lades ner. 1983 började forskning åter främst för odling på åkermark. (Rytter m.fl., 2002)

Denna forskning fortgick till 2007 då plantmaterial tagits fram för användning upp till mälardalen (Stener & Karlsson, 2002). I Finland görs större satsningar på att förädla hybridaspmaterial (Fahlvik m.fl., 2009).

Potential

För odling av hybridasp finns idag framför allt plantor för södra Sverige men hybridaspern kan även växa längs norrlandskusten med förståndigt urval av kloner och finskt hybridaspmaterial. Marken som lämpar sig är frisk och bördig mark med ståndortsindex på ungefär G30 och uppåt. Produktionen på milda lokaler i Norrland ligger där på upp till 15 m³sk/ha/år. (Fahlvik m.fl., 2009) Åkermark och bra granmark är lämpliga ståndorter och de flesta svenska jordbruksmarker motsvarar den markbördighet som krävs (B. Elfving, personlig kontakt, 16 mars, 2010). Data från ett försök i Stöde några mil väster om Sundsvall på frisk åkermark med lerblandad mulljord visar att planterad hybridasp producerade cirka 13,2 m³sk/ha/år i medeltillväxt på 32 år. Jämfört med gran som var med i försöket gav hybridaspern högre produktion av torrsubstans. (Elving, 1986)

Av erfarenheten från försök i bl.a. Robertsfors och Övertorneå så kanske man kan säga att det går att odla hybridasp upp till Västerbotten, då på bördiga marker med god vattentillgång men utan risk för långvarigt stillastående vatten. Marker med styv lera passar inte för produktion av hybridasp men organogena jordar gör det (t.ex. tidigare dikad myr). (J. Westin, personlig kommunikation, 15 mars, 2010)

Material och metoder

Kartmaterial

Utifrån de valda trädslagens olika ståndorts krav och tillväxtpotential har olika modeller skapats för att hitta lämpliga arealer i norra Sverige i programmet ArcGIS Desktop 9.3 från Esri.

Tabell 2. Kartmaterial som modellerna utgår ifrån

| Kartnamn | Innehåll | Källa | Typ av data |
|-------------------------------------|--|--|---|
| KNN | Ålder, total volym, volym gran, volym tall | SLU | Genom att jämföra satellitbilder med inventeringsdata från Riksskogstaxeringen skapade SLU olika raster med 25 meters pixlar som beskriver skogstillståndet i Sverige år 2000. Skattningar utifrån kartorna bör göras på områden större än 100 hektar. (Granqvist Pahlén m.fl., 2004) |
| SMD generaliserad vector | Markanvändnings klasser | Lantmäteriverket | 25 meters pixlar |
| Elevation 50 m grid integer | Höjd data | Lantmäteriverket | 50 meters pixlar med höjddata, medelfel 2 meter |
| Skyddade_omraden 2008 | Naturreservat osv. | Lantmäteriverket | Polygon |
| länskarta, vägkartan | Översiktskarta | Lantmäteriverket | 10 meters pixlar |
| Sumpskogar | | Skogstyrelsen | "Sumpskog innefattar all trädbärande blöt mark där träden (i moget stadium) har en medelhöjd på minst 3 m, och trädens krontäckningsgrad är minst 30%." (Skogstyrelsen hemsida/sumpskogar) Polygon, ej mindre områden än 4-5 ha |
| JordartHelaSverige_RT | Jordarternas utbredning | SGU | Polygon för visning i 1:50 000 |
| LatitudeRaster | Latitud i varje pixel | Genererat i ArcGis | 50 meters pixlar |
| Sista vårfrost och första höstfrost | Datum för vår och höst frost i olika områden | SMHI | <i>"Klimatkarta som visar genomsnittliga datum för sista dygnet under våren med minimitemperatur under 0°C för den av WMO definierade normalperioden 1961-1990." "Klimatkarta som visar genomsnittliga datum för första dygn under hösten med minimitemperatur under 0°C för den av WMO definierade normalperioden 1961-1990."</i> (SMHIS hemsida/Klimatdata/temperatur/frost). Polygoner |
| FjällnaraGrRt | Visar fjällnära områden | Inst. f Skogstaxering och skogsvårdsstyrelserna i BD, AC, Z, W län | Bygger på odlingsgränsen, Polygon |

Skapade kartlager

Granmark

Alla områden med mer än 50 % volym gran baserat på kNN.

Tallmark

Alla områden med mer än 50 % volym tall Baserat på kNN.

Temperatursumma

Temperatursumman skapades genom en modell där temperatursumman beräknades med hjälp av höjd över havet och breddgrad genom följande formel:

$-60,4 * \text{latituden} - 0,837 * \text{höjden} + 4922$ enligt Perttu & Morén (1995).

Ett ytterligare lager med temperatursumma skapades genom approximering mellan Rikskogstaxeringens samtliga provytors uträknade tempsumma mellan 2000-2010, denna tempsumma var i sin tur uträknad genom ett program som är skapat av Evert Carlsson, marklära Uppsala. Programmet har modifierats av M Asplund (1996) programnamn: AREAL_TSUMMA Input data: NORSKOOR, OSTKOORD, HOJDOH, BREDGRA
Detta lager användes som en grov mall för att se att den mer högupplösta kartan skapad utifrån vår första modell för temperatursumma stämde.

Kyliga till extremtkyliga klimatlägen

Utifrån ett linjediagram i boniteringshandboken (Hägglund & Lundmark, 2003) så skapades ett lager visade kyliga till extremt kyliga klimatlägen. Linjediagrammet gav formel: kylig till extremt kylig höjd = $-100 * \text{latituden} + 6900$

Tillväxt

Uppskattad tillväxt genom att dela volymförrådet med beståndsåldern i SLU:s kNN-data.

Norrland

Norrlandslänen: Norrbottens län, Västerbottens län, Västernorrland län, Jämtlands län, Gävleborgs län.

Modeller

Modeller byggdes för varje trädslag (se bilaga) och vid skapandet av de olika trädslagens möjliga arealutbredningskartor togs ingen hänsyn till: biotiska, etiska, politiska och estetiska förhållanden, exempelvis: naturvårdsavtal, naturreservat, nationalparker, nyckelbiotoper, biotopskydd, naturvärdesområden eller lagar.

Contorta (*Pinus contorta* var. *latifolia*)

Contorta växer bättre än tall på alla marker i Sverige enligt Elfving m.fl. (1993), för att identifiera marker där det växer tall användes SLU:s kNN-data. Genom att använda data för volymen tall och den totala volymen räknade vi ut andelen tall i varje pixel. Vi antog att contorta var ett bättre alternativ där tallandelen översteg 50 %.

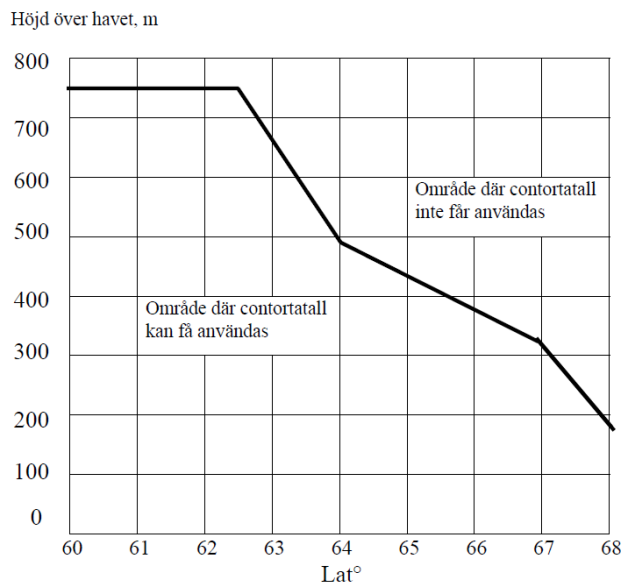
För att se hur stor påverkan skogsvårdslagen kan ha så togs även den med i modellen genom att använda höjd- och latitudkartan samt kartan som visar fjällnäragränsen.

Contorta får planteras mellan 60:e och 68:e breddgraden upp till en viss höjd som beror av breddgraden enligt figur 8 (7§, Skogsvårdslagen, 2009). För att få med höjdgränsen delades området in i fyra delar där en linjär funktion för den högsta höjden där contorta är tillåten utarbetades inom varje del utifrån linjediagrammet i figur 8. Funktionerna för de olika områdena blev:

1. 60° - $62,5^{\circ}$ Max tillåten höjd för contorta = 750m
2. $62,5^{\circ}$ - 64° Max tillåten höjd för contorta = $-166,66 * \text{Latituden} + 11166,25$
3. 64° - 67° Max tillåten höjd för contorta = $-60 * \text{Latituden} + 4340$
4. 67° - 68° Max tillåten höjd för contorta = $-130 * \text{latituden} + 9030$

Resultatet av funktionerna jämfördes med den verkliga höjden för att se var det var tillåtet att plantera contorta.

Vidare får contorta inte odlas inom ett avstånd på en kilometer från nationalparker och naturreservat eller ovan fjällnäragränsen. Arealen togs bort genom att buffra de skyddade områdena och utesluta all fjällnära skog.



Figur 8. Område där contorta kan få användas. (7§, Skogsvårdslagen, 2009)

Lärk (*Larix sukaczewii*)

Lärken växer bättre än tall på bark på marker där ståndortsindex överstiger T21 enligt Martinsson och Lesinski (2007), för att hitta dessa områden använde vi oss av kartan vi skapat över all mark med över 50 % tall. Med SLU:s kNN-data för totalvolym och ålder beräknade vi tillväxten och identifierade sedan all "tallmark" med en uppskattad tillväxt på minst motsvarande T21, dvs. ungefär 4 m³sk/ha/år. Lärken är ett trädslag som trivs mycket bra på översilningsmarker och kan där vara överlägsen både tall, gran och eventuellt contorta (Martinssons, 1995). För att identifiera översilningsmarker utgick vi från höjdkartan och definitionen av rörligt markvatten under längre perioder som finns i boniteringshandboken (Hägglund & Lundmark, 2003). När lutningen är över 5 % och området är minst 150 meter ner i sluttningen eller när lutningen överstiger 15 % och området är minst 100 meter ner i sluttningen finns det rörligt markvatten under längre perioder. Med hjälp av verktygen slope och extract by attributes skapades kartor med all mark med minst 5 respektive 15 % lutning. I vardera av kartorna användes verktygen Flow direction och Flow length, med hjälp av dem lokaliserades slutningar med önskad längd för att ha rörligt markvatten under längre perioder. Lärken bör inte odlas på organiska jordar och lerjordar enligt Martinsson och Lesinski (2007), med hjälp av jordartskartan från SGU kunde vi ta bort de områdena. För att ytterligare undvika blöta områden där lärk inte trivs enligt Martinsson (1994) så uteslöt även sumpskogar. Även kalt berg och ej sammanhängande jordtäckte uteslöt.

Hybridasp (*Populus × wettsteinii*)

Hybrid Aspen växer bättre än gran på skogsmark med ståndortsindex G30 eller bättre och på åkermark (Fahlvik m.fl., 2009). Med SLU:s kNN-data för granvolym och den totala volymen gjordes en karta som visade mark med minst 50 % granandel. Ett ståndortsindex på G30 motsvarar ungefär en bonitet på 8 m³sk/ha/år, de områdena fann vi med tillväxtkartan som vi gjorde tidigare. Med Lantmäteriets svenska marktäckedata (SMD) fann vi jordbruksmark i form av åker och bete. För att finna gynnsamma klimatlägen utgick vi från temperatursumman vid det lyckade försöket i Stöde som ligger på omkring 67 m ö. h. och på latitud 62,4°. Med Perttus och Moréns formel (1995) blir det på platsen en temperatursumma på 1096 dygnsgrader (med data skapat från Riksskogstaxeringen blev det 1064 dygnsgrader). Det första värdet sattes som en gräns för var hybrid Aspen växer bättre än gran. Då hybrid Aspen inte bör odlas på lera (J. Westin, personlig kommunikation, 15 mars, 2010) så togs leriga områden bort med hjälp av jordartskartan från SGU.

Klippgran (*Abies lasiocarpa*)

Proveniensförsöket på Tortfjället var på en höjd av 600-640 m. ö. h. vid latitud 64,38° vilket gav en temperatursumma på 531-497 dygnsgrader enligt Perttus och Moréns formel (1995). På Avardofjället växte klippgranen bra ovan barrskogsgränsen på 720 m ö. h. vilket där motsvarar en temperatursumma på 423 dygnsgrader enligt samma formel. Utifrån detta antog vi att klippgran kan producera mer än våra inhemska trädslag där temperatursumman är mellan 531 och 423 dygnsgrader, sådana områden lokaliserades med hjälp av temperatursummekartan. Kalt berg, ej sammanhängande jordtäck och sjöar uteslöts. De ej sammanhängande jordarna (som sannolikt är grunda) är inte att rekommendera då klippgranen blir vindkänslig med ytligt rotsystem (Alexander m.fl., 1990) vilket kan bli ett problem på höga höjder.

Svartgran (*Picea mariana*)

Svartgranen är ett trädslag som endast på extremt svårföryngrade marker kan mäta sig med vår svenska gran (Kroon & Rosvall, 2006) och är lämplig på frostlänta och fuktiga torvdominerade marker men på mineraljord är vår inhemska gran överlägsen (Gyllemark, 2002). För att se vilka marker som är fuktiga och torvdominerade använde vi oss av Skogsstyrelsens sumpskogsinventering och för frosten användes kartor från SMHI som beskriver när sista vårfrosten och första höstfrosten inträffar i genomsnitt. Vi antog att områden med sen sista vårfrost (frost fram till 1/6 eller senare) och tidig första höstfrost (frost från 15/8 eller tidigare) är frostlänta och svårföryngrade marker.

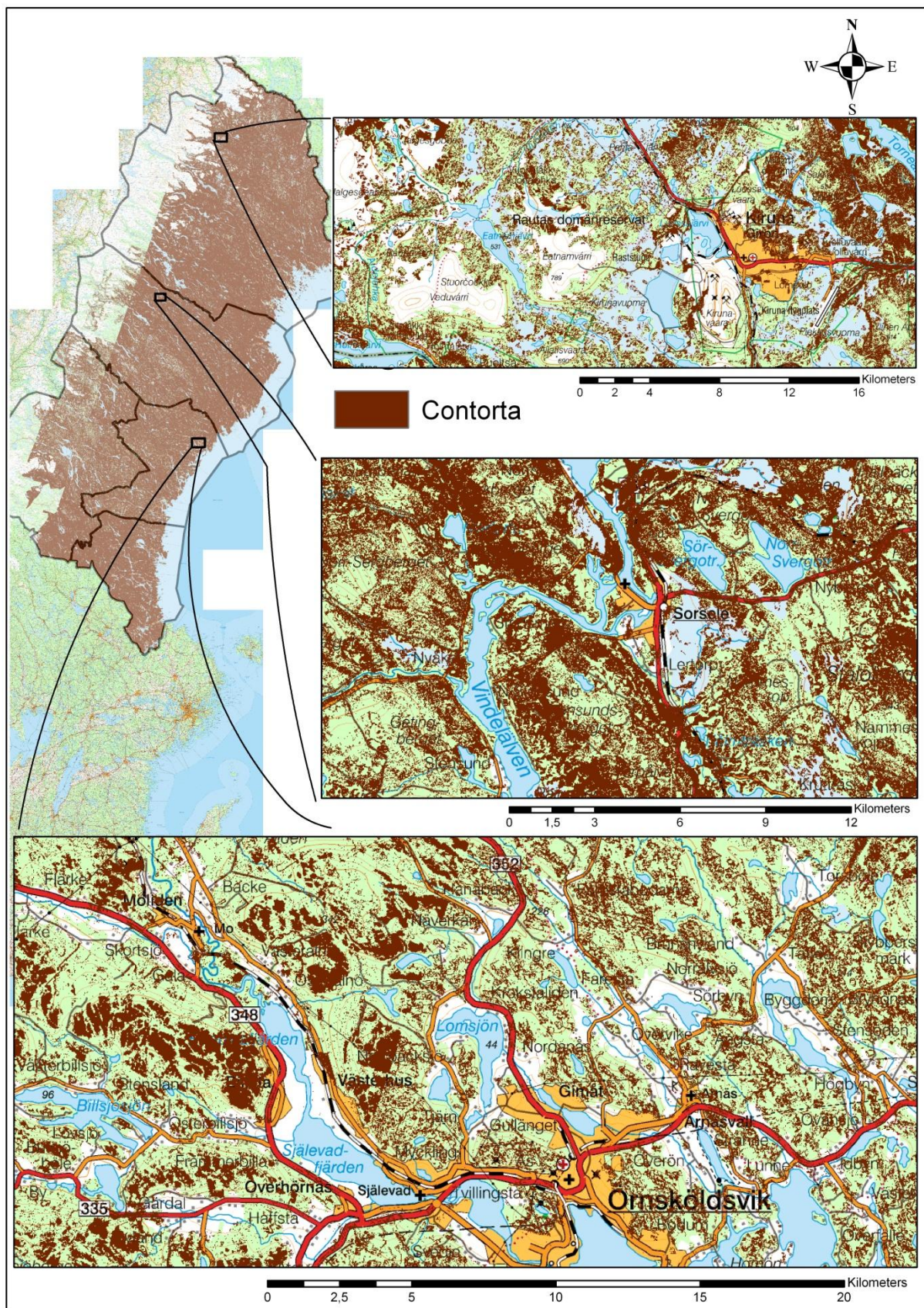
De valda trädslagen har vi rangordnat utifrån den praktiska erfarenhet som vi tror finns av trädslagen i Norrland.

1. Contorta
2. Rysk lärk
3. Svartgran
4. Hybridasp
5. Klippgran

I varje modells karta beräknades den potentiella arealen, sedan byggdes en ytterligare modell som slog ihop de potentiella arealerna för varje trädslag med verktyget Mosaic to new raster. Utifrån rangordningen av erfarenhet, så valdes vilket lager med potentiella arealer för de olika trädslagen som skulle ligga överst och täcka över de andra lagren. På detta sätt skapades en norrlandskarta med de fem olika trädslagens tänkbara arealer.

Resultat

Här presenteras de kartor som blivit resultaten efter körningar med modellerna för varje trädslag som visas i bilagan. Varje karta innehåller en norrlandskarta med en eller flera förstoringar där det går att se hur den potentiella arealen är fördelad i landskapet.



© Lantmäteriet, ärende nr I 2010/0345. © Sveriges geologiska undersökning. Medgivande: 30-287/2002, 30-1820/2007 m.fl.
 © Skogsstyrelsen © KNN-Sverige, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU

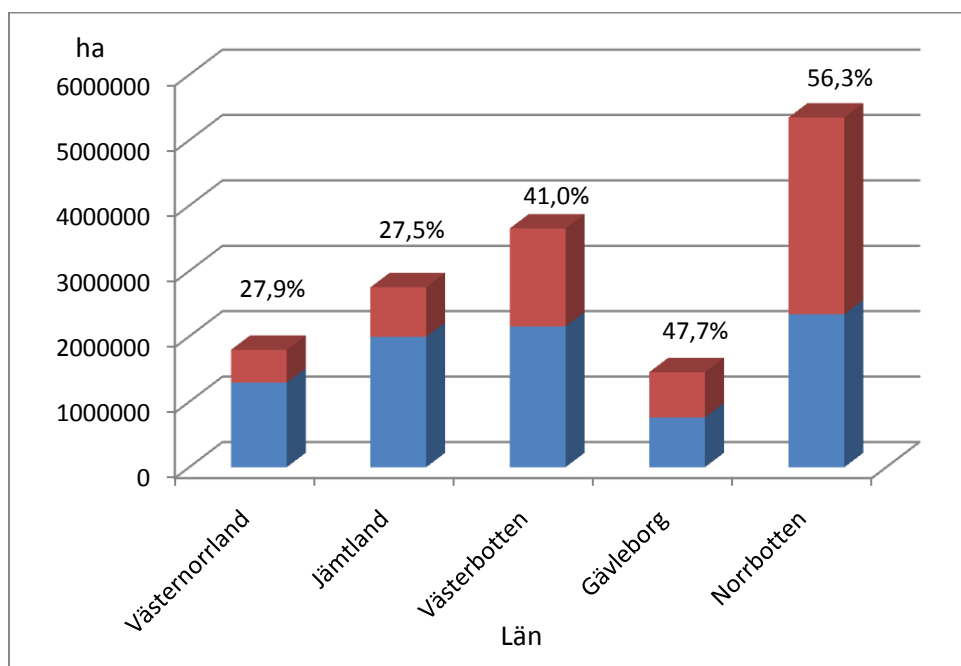
Figur 9. Potentiella arealer för contorta i Norrland utan begränsande hänsyn till miljö eller annan markanvändning, med förstoring runt Kiruna, Sorsele och Örnsköldsvik.

Contorta (*Pinus contorta* var. *latifolia*)

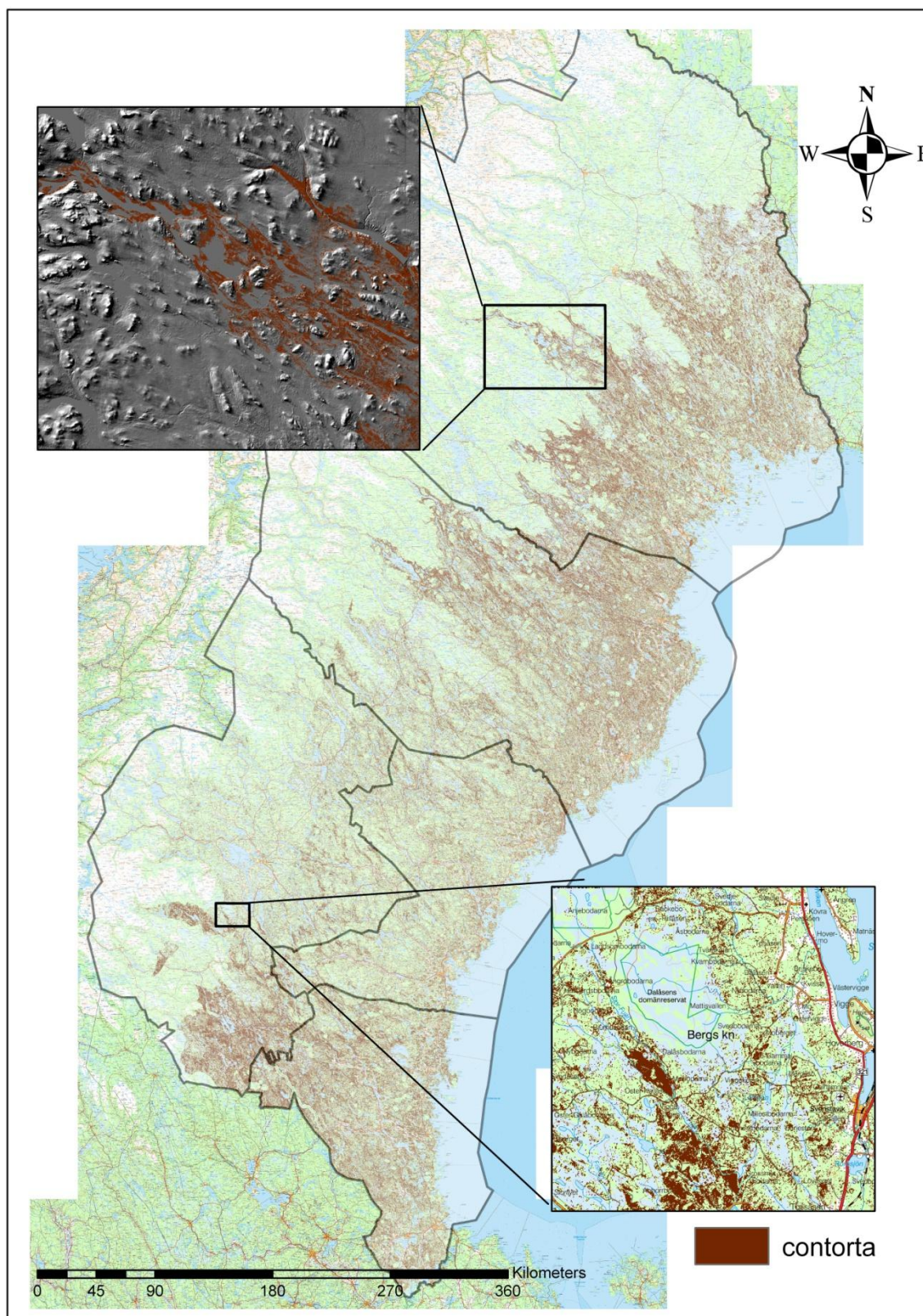
Den potentiella arealen där odling med contorta kan ge högre tillväxt blev ca 6,46 miljoner hektar vilket motsvarar 43,1 % av den norrländska skogsmarken (tabell 3, figur 9, figur 10) som enligt kNN-datat är på ca 15 miljoner hektar.

Tabell 3. Potentiell areal för
contorta enligt contortamodellen

| Län | ha |
|---------------------|---------|
| Västernorrlands län | 501384 |
| Jämtlands län | 756044 |
| Västerbottens län | 1498620 |
| Gävleborgs län | 693262 |
| Norrbottens län | 3008870 |
| Samtliga | 6458180 |



Figur 10. Den totala skogsmarksarealen i varje län. Röd färg visar potentiella arealen contorta och blå färg visar andra trädslag. Procentangivelsen avser den potentiella contorta arealens andel av skogsmarken i varje län.



© Lantmäteriet, ärende nr I 2010/0345. © Sveriges geologiska undersökning. Medgivande: 30-287/2002, 30-1820/2007 m.fl.
 © Skogsstyrelsen © kNN-Sverige, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU

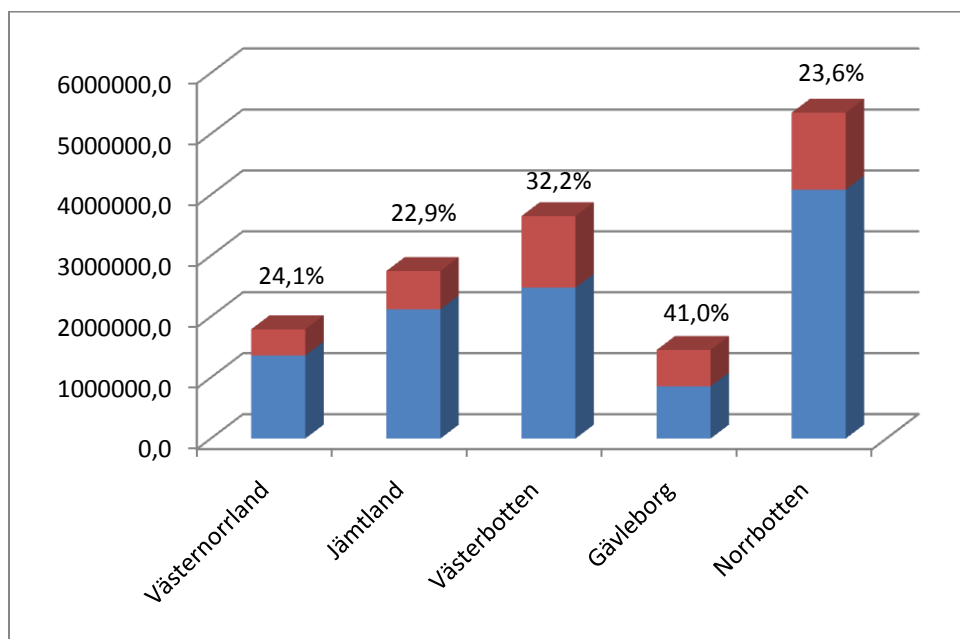
Figur 11. Potentiella arealer för contorta om hänsyn tas till Skogsvårdslagen, med förstoring vid Svenstavik och topografisk förstoring runt Jokkmokk.

Contorta (*Pinus contorta* var. *latifolia*) med hänsyn till skogsvårdslagen.

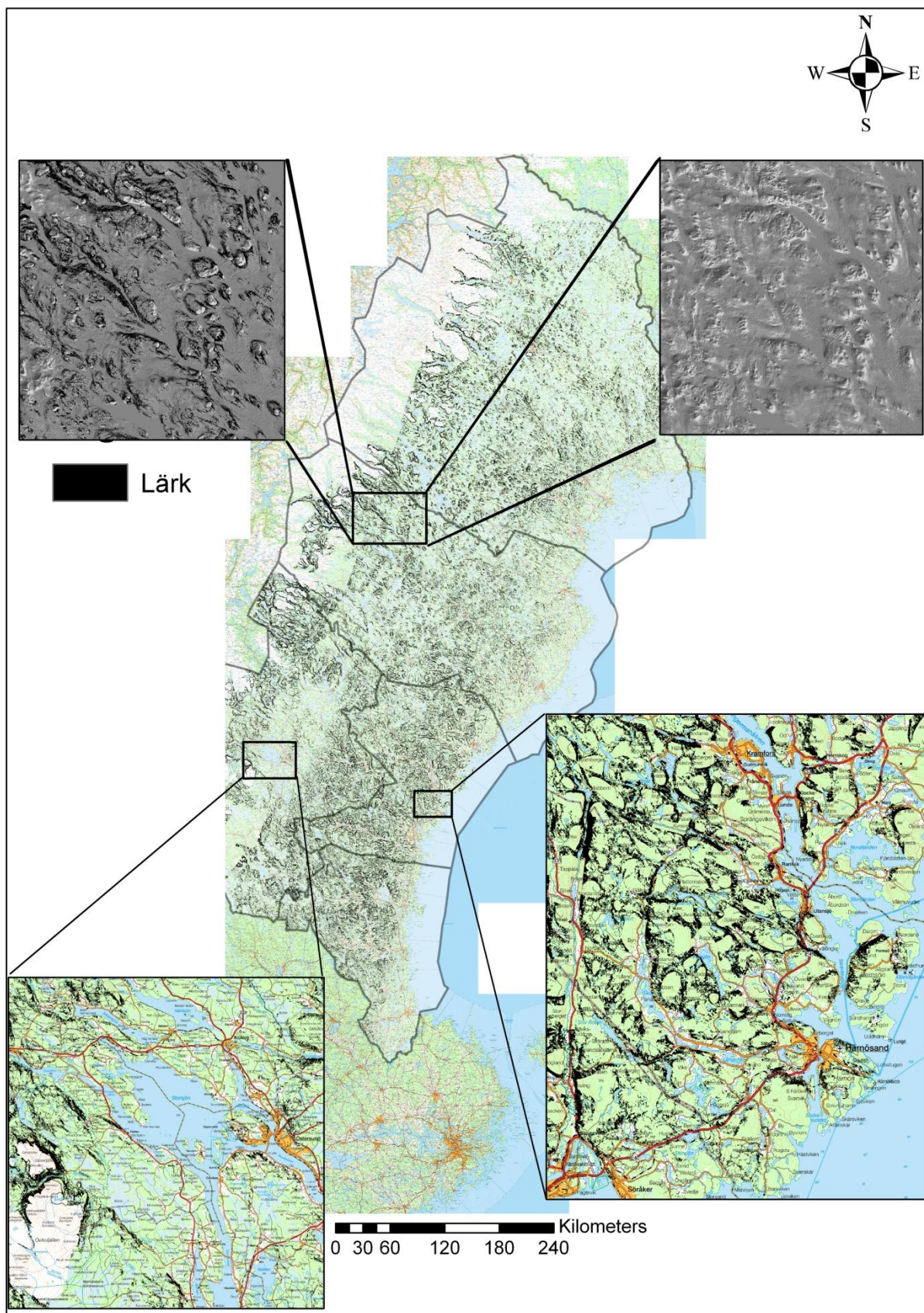
Den potentiella arealen för contorta odling enligt skogsvårdslagen blev ca 4,09 miljoner hektar vilket motsvarar 27,3 % av den norrländska skogsmarken (tabell 4, figur 11, figur 12).

Tabell 4. Potentiell areal för contorta med hänsyn till skogsvårdslagen enligt contortamodellen

| Län | ha |
|---------------------|---------|
| Västernorrlands län | 431810 |
| Jämtlands län | 629149 |
| Västerbottens län | 1174350 |
| Gävleborgs län | 596201 |
| Norrbottens län | 1262610 |
| Samtliga | 4094120 |



Figur 12. Den totala skogsmarksarealen i varje län. Röd färg visar potentiella arealen contorta när hänsyn tas till skogsvårdslagen och blå färg visar andra trädslag. Procentangivelsen avser den potentiella contorta arealens andel av skogsmarken i varje län.



© Lantmäteriet, ärende nr I 2010/0345. © Sveriges geologiska undersökning. Medgivande: 30-287/2002, 30-1820/2007 m.fl. © Skogsstyrelsen © kNN-Sverige, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU

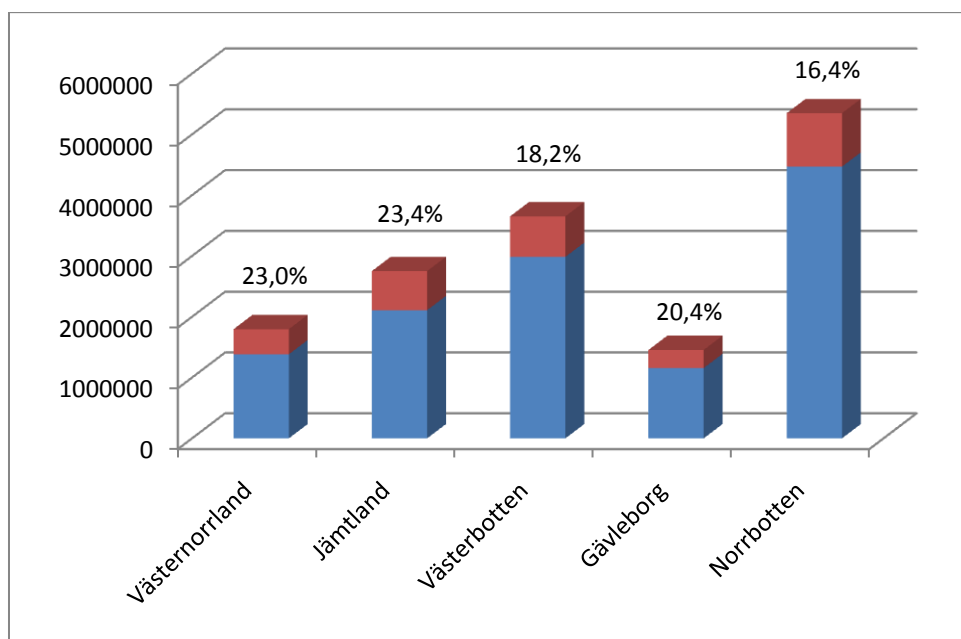
Figur 13. Potentiella arealer för lärk i Norrland, med förstoring vid Härnösand och Östersund samt två topografiska förstoringar på samma område med eventuell lärk och utan.

Lärk (*Larix sukaczewii*)

Den potentiella arealen för ökad volymtillväxt genom odling med lärk blev ca 2,9 miljoner hektar vilket motsvarar 19,3 % av den norrländska skogsmarken (tabell 5, figur 13, figur 14).

Tabell 5. Potentiell areal för lärk enligt lärkmodellen

| Län | ha |
|---------------------|---------|
| Västernorrlands län | 413049 |
| Jämtlands län | 642560 |
| Västerbottens län | 665977 |
| Gävleborgs län | 297191 |
| Norrbottens län | 878895 |
| Samtliga | 2897672 |



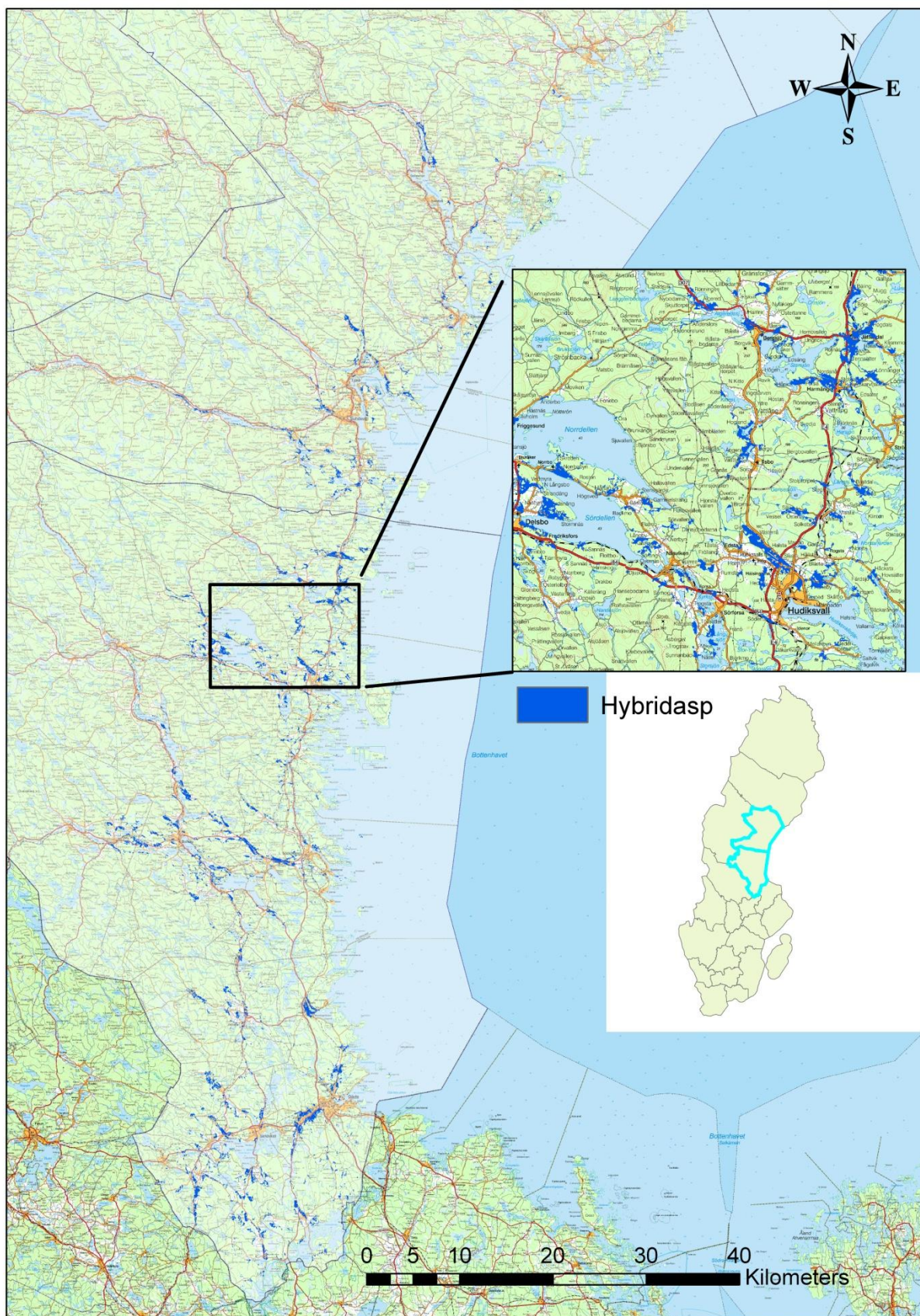
Figur 14. Den totala skogsmarksarealen i varje län. Röd färg visar den potentiella arealen Rysk lärk och blå färg visar areal med andra trädslag. Procentangivelsen avser den potentiella lärkarealens andel av skogsmarken i varje län.

Svartgran (*Picea mariana*)

Den potentiella arealen för odling av svartgran för ökning av volymtillväxt blev ca 4172 hektar vilket motsvarar 0,017 % av de norrländska länens markareal (figur 15, tabell 6). 2594 hektar är på skogsmark.

Tabell 6. Potentiell areal svartgran enligt svartgransmodellen och procent andelen potentiell svartgran areal av de olika länens markareal enligt statistiska centralbyrån (SCB 2003)

| Län | Mark ha (SCB) | Svartgran ha | % |
|---------------------|---------------|--------------|-------|
| Västernorrlands län | 2168500 | 0 | 0 |
| Jämtlands län | 4934300 | 1273,0 | 0,026 |
| Västerbottens län | 5519000 | 245,0 | 0,004 |
| Gävleborgs län | 1820000 | 0 | 0 |
| Norrbottens län | 9824900 | 2653,0 | 0,027 |
| Samtliga | 24266700 | 4171 | 0,017 |



© Lantmäteriet, ärende nr I 2010/0345. © Sveriges geologiska undersökning. Medgivande: 30-287/2002, 30-1820/2007 m.fl.
© Skoastvrelsen © kNN-Sverigae. Institutionen för skogliga resurshushållning, SLU

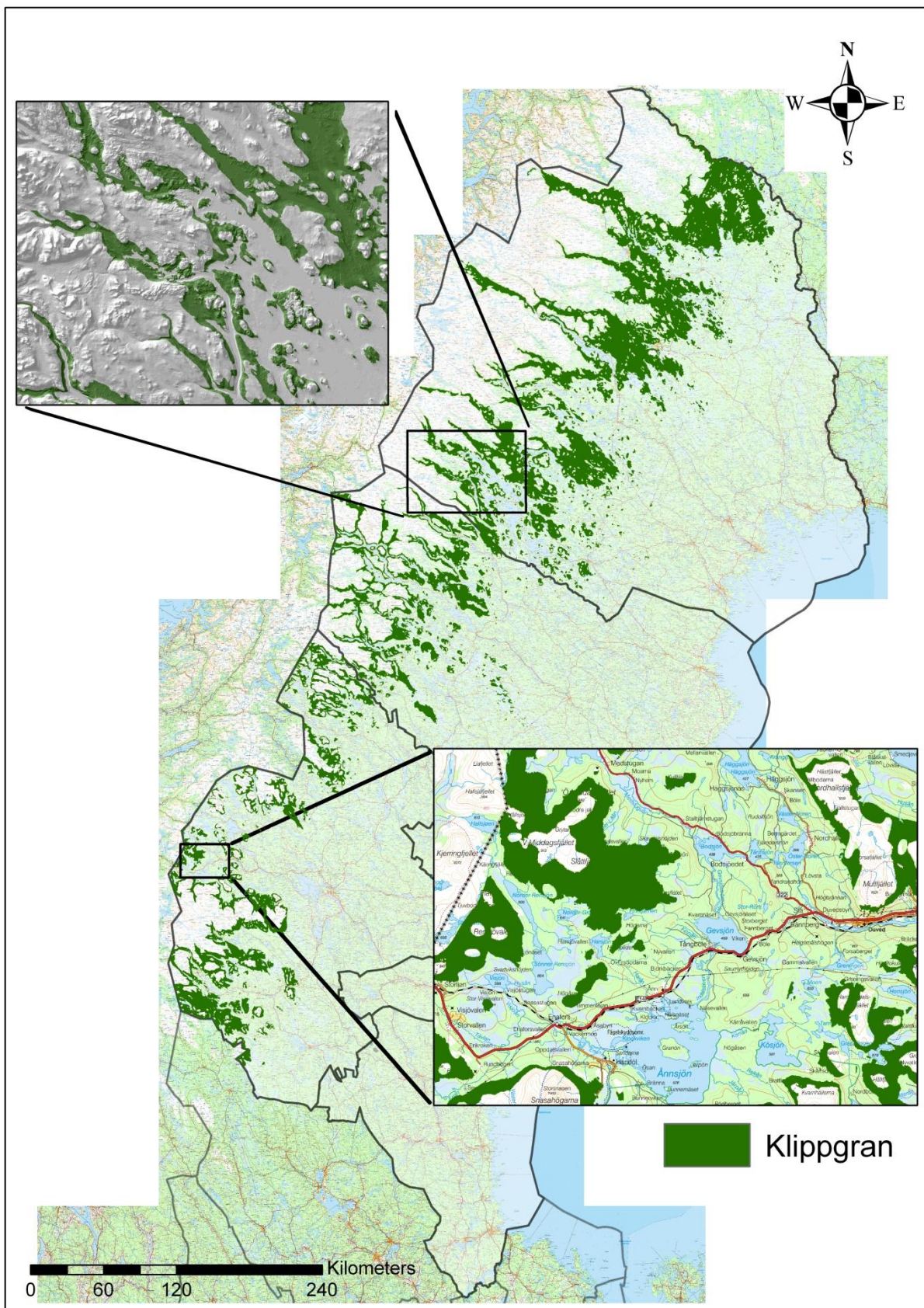
Figur 16. Potentiella arealer för hybridasp i Norrland, Västerbotten och Gävleborgs län med förstoring runt Hudiksvall.

Hybridasp (*Populus × wettsteinii*)

Den potentiella arealen för ökad volymtillväxt med odling med hybridasp blev ca 40500 hektar varav 3919 hektar är på skogsmark (figur 16, tabell 7).

*Tabell 7. Den potentiella hybridasparealens
fördelning mellan län samt andel av arean inom varje län.*

| Län | mark ha (SCB) | Hybridasp ha | % |
|---------------------|---------------|--------------|-------|
| Västernorrlands län | 2168500 | 7847 | 0,362 |
| Jämtlands län | 4934300 | 0 | 0,000 |
| Västerbottens län | 5519000 | 0 | 0,000 |
| Gävleborgs län | 1820000 | 32610 | 1,792 |
| Norrbottnens län | 9824900 | 0 | 0,000 |
| Samtliga | 24266700 | 40457 | 0,167 |



© Lantmäteriet, ärende nr I 2010/0345. © Sveriges geologiska undersökning. Medgivande: 30-287/2002, 30-1820/2007 m.fl.
 © Skogsstyrelsen © kNN-Sverige, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU

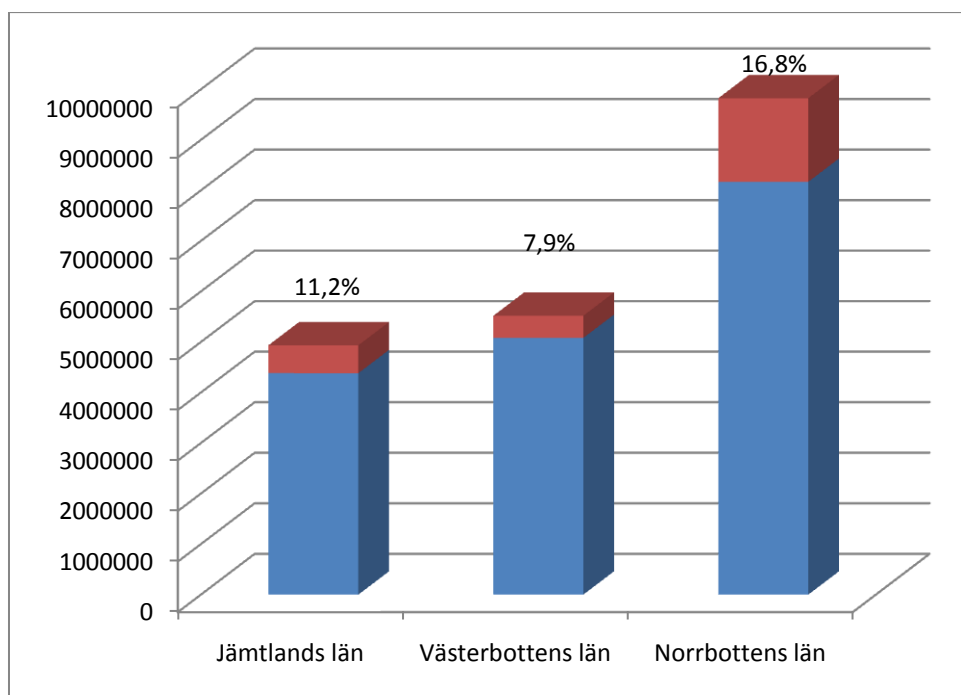
Figur 17. Potentiella arealer för klippgran i Norrland, med förstoring runt Duved och en topografisk förstoring runt Arjeplog.

Klippgran (*Abies lasiocarpa*)

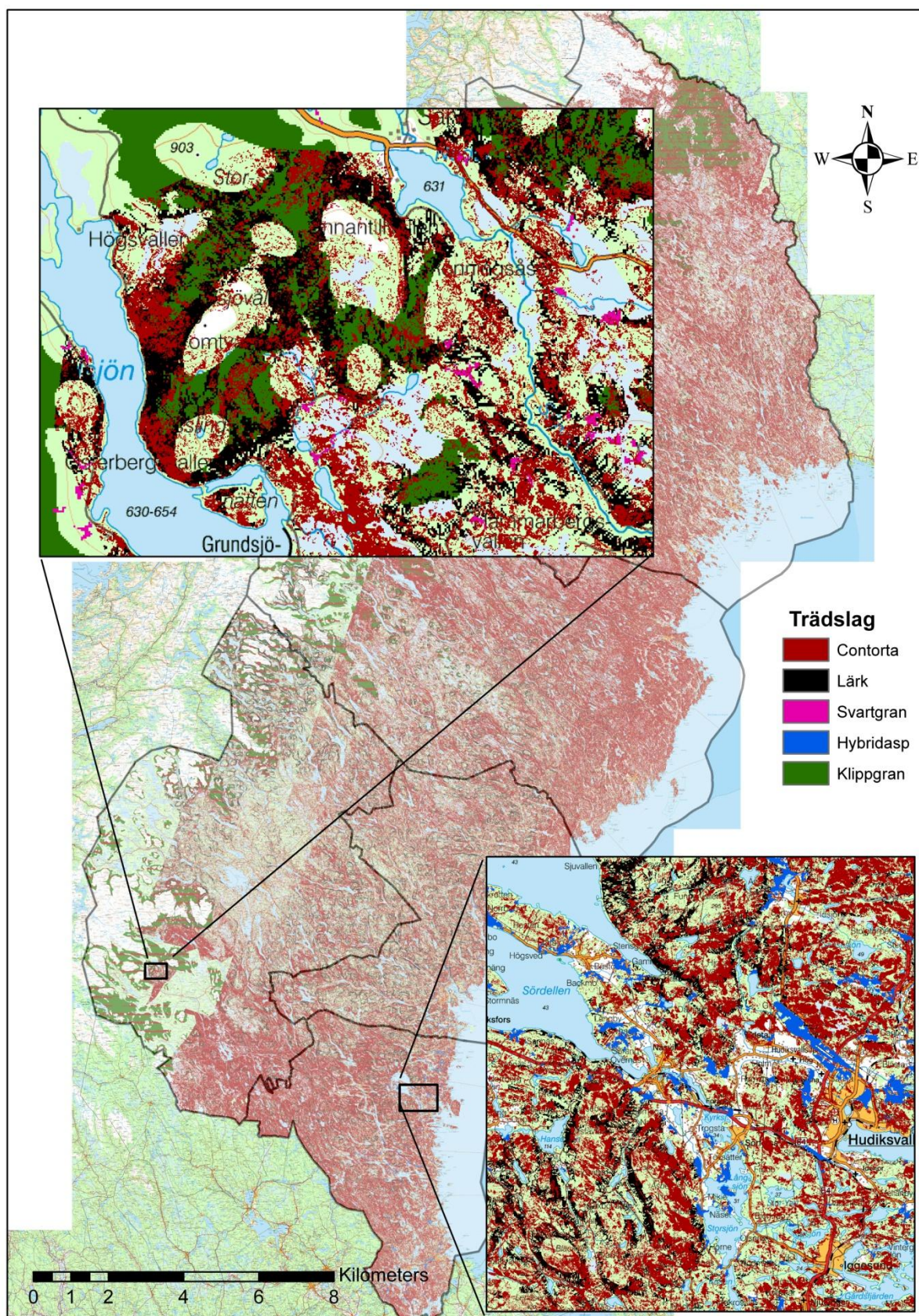
Den potentiella arealen för ökad tillväxt genom odling av klippgran blev ca 2,64 miljoner hektar vilket motsvarar 10,9 % av norrlandslänens area (figur 17, figur 18, tabell 8). Av arealen är 1,39 miljoner hektar på skogsmark.

Tabell 8. Den potentiella klippgranarealens fördelning mellan län.

| Län | ha |
|---------------------|---------|
| Västernorrlands län | 0 |
| Jämtlands län | 551175 |
| Västerbottens län | 437878 |
| Gävleborgs län | 0 |
| Norrbottnens län | 1654620 |
| Summa | 2643673 |



Figur 18. Den totala fastmarksarealen i länen enligt SCB (2003), de röda staplarna visar potentiell areal klippgran, blå alla andra trädslags areal. Procentangivelsen avser den potentiella klippgransarealens andel av fastmarken i varje län.



© Lantmäteriet, ärende nr I 2010/0345. © Sveriges geologiska undersökning. Medgivande: 30-287/2002, 30-1820/2007 m.fl.
© Skoastvrelsen © kNN-Sverigae. Institutionen för skogliga resurshushållning, SLU

Figur 19. Potentiella arealer för samtliga fem trädslag i norrland med förstoring runt Hudiksvall och Grundsjön sydväst om Östersund. Det trädslag som ligger högst i legenden visas vid överlappning.

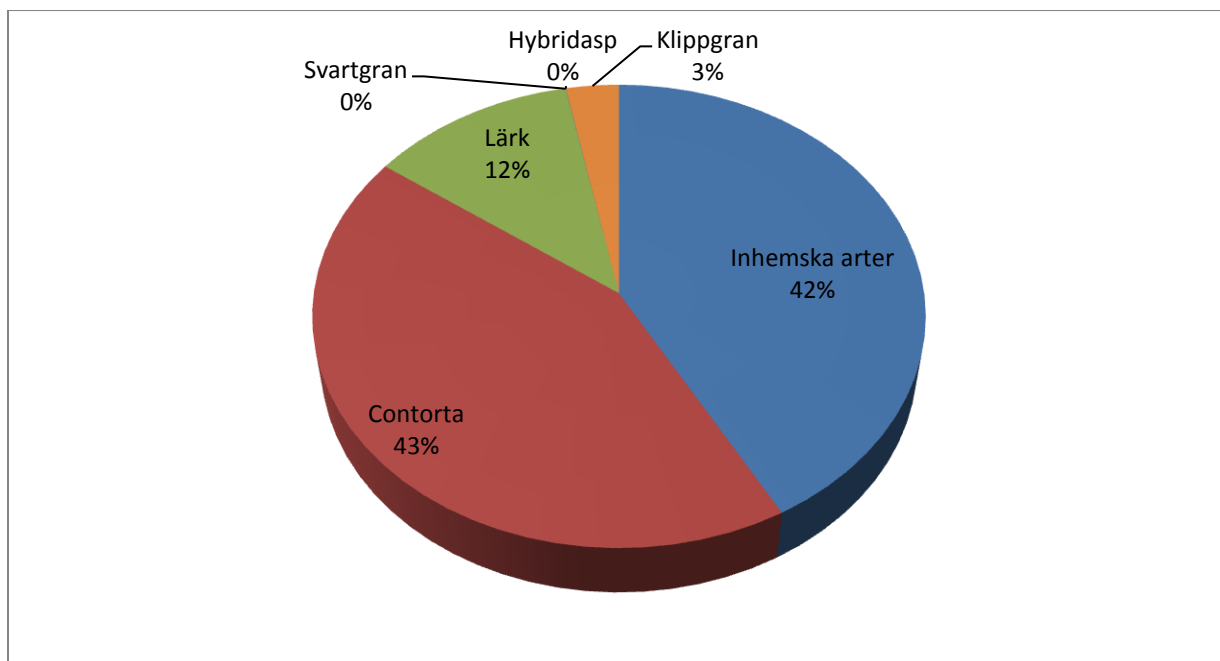
Den areal som kan vara aktuell för ökad volymtillväxt genom odling av något av de fem främmande trädslagen är ca 10 miljoner hektar varav ca 8,7 miljoner hektar är på skogsmark (figur 19, figur 20, tabell 9, tabell 10) .

Tabell 9. Arealen som kan vara aktuell för odling av någon av de fem främmande trädslagen och fördelningen mellan länen.

| Län | Ha |
|---------------------|----------|
| Västernorrlands län | 818656 |
| Jämtlands län | 1693600 |
| Västerbottens län | 2246830 |
| Gävleborgs län | 875933 |
| Norrbottnens län | 4369670 |
| Summa | 10004689 |

Tabell 10. Arealer som kan vara aktuell för odling av de fem trädslagen.

| | Contorta | Lärk | Svartgran | Hybridasp | Klippgran |
|-----------------|----------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Norrland | 6458190 | 1794410 | 2952 | 39009 | 1710130 |
| varav skogsmark | 6458210 | 1794430 | 1355 | 2341 | 459094 |



Figur 20. Möjlig trädslagsfördelning på skogsmark i Norrland för ökad tillväxt.

Diskussion

I denna studie vill vi försöka få en överblick över områden och arealer i Norrland där främmande trädslag kan vara ett alternativ till de inhemska trädslagen för ökad volymtillväxt per hektar. Vår analys visar att det finns stora potentiella arealer för odling av främmande trädslag i alla norrlandslänen. Det finns mycket stora potentiella arealer där contorta och lärk eventuellt kan ge en högre volymtillväxt än de inhemska arterna. Klippgran har störst potential i fjällnära områden i Norrbottens län, Västerbottens län och Jämtlands län. Hybridasp är ett alternativ på kustnära högproduktiv skogsmark och jordbruksmark i Västernorrlands län och Gävleborgs län.

Resultatet visar att det finns stora möjligheter att öka tillväxten i norra Sverige med hjälp av de fem undersökta trädslagen. I Norrland finns enligt vår undersökning cirka 15 miljoner hektar skogsmark, på 8,7 miljoner hektar (58 %) av denna kan något av de fem trädslagen öka produktionen. Utöver detta kan även klippgran, hybridasp och svartgran vara ett alternativ på 1,3 miljoner hektar övrig mark som ex. fjäll och jordbruksmark.

I SLU:s faktaunderlag till den så kallade MINT undersökningen (Fahlvik m.fl., 2009) så ses skogsodling med contorta som en av de tre åtgärder som har störst potential att öka produktionen. I undersökningen föreslås även odling med hybridasp på nedlagd jordbruksmark, i ett av scenarierna föreslås upp till 280 000 ha hybridasp i Sverige. Skogsodling med lärk föreslås även som en möjlig tillväxthöjande skötselmetod.

Contorta är det trädslag som enligt vår undersökning på störst areal kan producera mer än våra inhemska trädslag. Hybrid Aspen har potential att producera mer än gran längs norrlandskusten upp till Örnsköldsvikstrakten mestadels på jordbruksmark och mycket bördig granmark. Svartgranen har ett litet eventuellt utbredningsområde i inlandet. Klippgranen bör kunna ersätta stora delar av fjällbjörkskogen och flytta barrskogsgränsen längre upp mot fjällen.

Vad innebär resultaten för Sverige?

Att öka produktionen i Sveriges skogar skulle öka utbudet och minska importen av virke samt öka tillgången på förnyelsebar energi. Sveriges miljömål "begränsad klimatpåverkan" tror vi kräver ett större uttag av förnyelsebar energi ur skogen, vilket blir enklare med en högre produktion. En högre produktion binder också mer koldioxid och motverkar växthuseffekten.

Mer snabbväxande trädslag har ofta en tillväxt som kulminerar tidigare vilket minskar rotationsperiodens längd. Detta innebär ett högre nuvärde, större flexibilitet och en högre interimränta om virket går att sälja till ett pris som är jämförbart med prisbilden för våra vanliga trädslag. Ett mer lönsamt skogsbruk för skogsägarna ger skogsmarken ett högre värde. Att plantera inte helt beprövade trädslag innebär en större risk jämfört med att plantera mer traditionella arter. En kortare omloppstid minskar dock risken något.

Om något trädslag inte är intressant för massabruken eller sågverken så bör det gå att sälja som energived. Lärkens stora barkandel kan ur energisynpunkt bli en tillgång istället för något negativt. Marknaden för energived och bioenergi ger förutsättningar till att fler trädslag är intressanta för odling i Sverige än tidigare, då större hänsyn togs till lämpligheten för pappersmassaframställning och sågning.

Genom användningen av främmande trädslag kan levnadsmiljöer för inhemska arter förstöras medan man skapar levnadsmiljöer för andra oönskade arter. De inhemska arterna trängs undan till mindre fragmenterade områden där de får svårare att överleva. Då allt mer skogsmark avsätts till bevarandet av naturvärden och den biologiska mångfalden koncentreras virkesproduktionen till en mindre areal. För att kunna behålla och öka storleken på det årliga uttaget måste även produktionen per hektar i produktionsskogen ökas.

Vad är en rimlig areal för "intensivodling"?

Vår undersökning visade att 58 % av norrlandslänens skogsmarksareal kan vara områden där våra fem valda trädslag skulle kunna producera bättre än våra nuvarande trädslag. I SLU:s MINT undersökning föreslås cirka 15 % av skogsmarksarealen för intensivodling, vilket vi tror är en rimligare siffra. Vår undersökning har knappast underskattat arealerna som skulle kunna vara lämpliga för våra fem trädslag, snarare överskattat dessa. Anledningen till att det är en överskattning är att många fler faktorer måste tas med i modellerna, ex. snö/vind skador, insektskador, betesskador och skadliga patogener. När vi i contortamodellen tog hänsyn till skogsvårdslagen minskade den potentiella arealen med cirka 37 %.

Norrbotten

Norrbotten är det län som utan tvekan skulle kunna beskogas med störst areal av fyra av våra valda trädslag. Totalt cirka 4,37 miljoner hektar, vilket motsvarar cirka 44 % av hela fastmarksarealen i länet. I Norrbotten finns cirka 100 000 hektar contortadominerad skog (Norén & Ringagård, 2009). Enligt vår modell skulle contortaarealen kunna ökas med 30 gånger, eller 13 gånger om hänsyn tas till skogsvårdslagen.

Går det att realisera den potentiella arealen?

Nej, men om vi tänker oss att våra modeller stämmer och det var aktuellt att beskoga exakt enligt dessa skulle det ta lång tid att genomföra. Om vi tänker oss att vi hade fri tillgång till lämpligt plantmaterial, maskiner och arbetskraft så skulle det ändå ta minst 100 år innan alla aktuella områden var beskogade enligt våra modeller. Anledningen till detta är att dagens nyplanterade områden med låg tillväxt ex. G12/T12 enligt lag inte får avverkas fören om tidigast 100 år (Föreskrifter SVL 10§). Även det faktum att en stor del av klippgransarealen ligger i fjällområdet där det inte finns ett utbyggt vägnät som möjliggör kostnadseffektiva

transporter. Det är dessutom tveksamt om traditionella skogsmaskiner i Sverige klarar av att jobba i den terräng som råder i de områdena.

Svagheter och felkällor

Exponering mot vind och snö har inte tagits med utan klimatet har beskrivits med endast temperatursumman och datum för vår och höstfrost. På ståndorter som är starkt utsatta för vind och snö så är contorta troligen inte att föredra (Elfving m.fl. 2000).

Stora svagheter finns i framförallt klippgranens och svartgranens modell då dessa baseras på antaganden och få försök. Klippgransmodellen grundas på bara två försök men när de nya resultaten från skogsodlingsförsök i hårt klimat kommer ut bör man kunna utvärdera klippgranen på ett bättre sätt. Svartgranens modell byggde på något fler försök men vi hittade inget redovisat försök med svartgran på torvmark i Norrland, dock har vi antagit att resultat och rekommendationer för södra Sverige går att använda i Norrland. Vi antog att sumpskogen bestod av organogena jordar men vi vet inte om det stämmer. De data som finns att tillgå för vår- och höstfrostförekomst är SMHI:s och är uppmätt på en meters höjd över marken vilket inte är den höjd de små frostkänsliga plantorna befinner sig på.

Brist på bra och systematiska trädslagsförsök.

Det är underligt att det i norrland inte finns några redovisade resultat från försök med svartgran på torvmark då det är just på torvmark svartgranen är som mest konkurrenskraftig och kan bilda trädslagsrena bestånd i Nordamerika. Det trädslag som är bäst undersökt är contorta men även där finns brister. Försök som jämför contorta med gran finns inte i Sverige. Oftast är trädslagsförsöken små och jämför en enskild art med gran eller tall vilket gör det svårt att dra några slutsatser hur de olika främmande trädslagens produktion förhåller sig till varandra. Vi valde att rangordna dem efter den erfarenhet vi trodde fanns om de olika trädslagen i norrland, men vi vet till exempel inte om contorta är bättre än lärk på all tallmark. För att ett på ett bra sätt kunna jämföra olika trädslags produktion med varandra krävs att den bästa proveniensen som finns tillgänglig för ståndorten används för alla trädslagen som undersöks. Vi har inte hittat något sådant försök mellan klippgran och svensk gran i Sverige.

Det finns många gamla försök med lärk i Sverige men härkomsten är osäker och därmed kan det finnas möjlighet till högre tillväxt med bättre proviens. Vi har antagit att lärken växer bättre än gran på marker med rörligt markvatten i längre perioder men det antagandet grundar sig endast på att lärken enligt Martinsson (1995) påverkas mer positivt än gran och tall av rörligt markvatten. Vi har inte hittat några tydliga bevis på att lärken ger en högre volymtillväxt, dock högre höjdtillväxt än gran på marker med rörligt markvatten. Lärkens potentiella areal är möjligen överskattad då vi utgått ifrån tillväxten på bark istället för under bark. Lärken har en högre volymtillväxt på bark vid T21 och bättre mark, men under bark går gränsen vi T24. Den potentiella arealen lärk bygger på att lärk sätts på tallmark med en

tillväxt på minst 4 m³sk/ ha år. Detta antagande är delvis felaktigt eftersom boniteten är den högsta medeltillväxten. Den tillväxt vi utgått från i kartmaterialet är en underskattning av boniteten eftersom den beskriver enbart medeltillväxten. Förhållandet mellan boniteten och ståndortsindex skiljer dessutom mellan olika marker. Om man lägger gränsen vid 6 m³sk/ha år som motsvarar ungefär T24 så minskar arealen med ca 45 000 hektar och blir 2 852 341 hektar istället för 2 897 672 hektar.

Hybrid Aspen kan växa nordligare och längre inåt landet än vad som visas i vårt resultat, men vi har inte hittat dokumenterade försök som visar att hybrid Aspen har en högre tillväxt än våra övriga trädslag på dessa platser. Vår modell utgår till stor del ifrån ett enda försök i Stöde.

Den potentiella arealen för contorta och till viss del lärk berör enbart talldominerade marker, blandskogar utelämnas då inget resultat från försök på den typen av skog har hittats.

Data kvalitet

Vi vet inte hur hög tillförlitligheten är på det kNN-data vi har utgått från. Detta kan ha en stor påverkan på resultatet eftersom det för contorta, lärk och hybrid Asp är viktigt vad som är tallmark eller granmark. Även det faktum att stora arealer skogsmark som ursprungligen varit granmark kan ha återbeskogats med tall kan leda till att den potentiella arealen contorta och lärk blir överskattad. I modellerna för lärk, hybrid Asp och contorta med hänsyn till SVL ingår dessutom en beräkning av tillväxten. I tillväxtberäkningen utgår vi från kNN-data för volym och ålder och detta gör resultatet osäkert, t.ex. har vi noterat vissa asfalsvägar med ett högt volymförråd och en låg ålder. När tallen och granens ståndortsindex översattes till tillväxt så uppskattades ett värde utifrån boniteringshandboken och tillväxtrastret visade endast heltal. En nackdel med kNN-datat är den brist på täckning i fjällnära områden. Skogstyrelsens sumpskogsinventering definierar sumpskog på ett annat sätt än kNN:s ursprungskarta och det leder till att ex. svartgranen växer på mark som inte enligt kNN är skogsmark. I flera modeller använde vi en jordartskarta från SGU med låg upplösning för att hitta lämpliga marker för de olika trädslagen.

En ytterligare felkälla i arbetet är att våra olika raster har varit lite förskjutna i förhållande till varandra. Detta kan ha gjort att våra resultat har varierat lite, t.ex. så varierar contortaarealen mellan olika körningar. Hur stor hybrid Aspens areal på skogsmark är beror på vilka lager som jämförs. I hybrid Aspmodellen identifieras bara 11,75 hektar skogsmark med en tillväxt över 8 m³sk/ha/år i det aktuella området och resterande hybrid Asp areal är på vad som enligt SMD är åker- och betesmark. När den potentiella arealen hybrid Asp jämförs med vad som enligt kNN är skogsmark är 3919 hektar av hybrid Aspen på skogsmark.

Sammanfattningsvis visar studien att det finns stora områden i norra Sverige där tillväxten möjligen skulle kunna ökas. Cirka 58 % av skogsarealen i Norrland eller 8,7 miljoner hektar kan vara möjliga för skogsodling för ökad tillväxt med contorta, lärk, svartgran, klippgran eller hybridasp och ytterligare 1,3 miljoner hektar på övrig mark i norrland, då främst fjällområden. Med tanke på de många felkällor som finns bör resultaten i detta arbete endast ses som ett utgångsmaterial för att finna arealer där det kan vara intressant att undersöka om något av de fem trädslagen kan öka volymproduktionen. Om hänsyn till biotiska, estetiska, politiska och etiska faktorer tagits med så skulle sannolikt de potentiella arealerna krympt väsentligt.

Frågor som väckts under arbetets gång.

Finns förädlad material eller bättre provenienser för Sverige i ursprungsländerna eller hybrider (t. ex av lärk) som går att använda i Sverige för att höja produktionen ytterligare?

Hur påverkas den biologiska mångfalden av att produktionen ökas med hjälp av odling av främmande trädslag?

Hur stor del av de fem olika trädens potentiella areal skulle kunna skötas på traditionellt sätt med trakthyggesbruk? Hur stor skulle vinsten bli? Detta med hänsyn till markens eventuella lutning, bärighet, och tillgång till befintligt vägnät.

Tillkännagivande

Vi skulle speciellt vilja tacka vår handledare Göran Hallsby, Professor Björn Elfving och Lektor Mikael Ottosson Lofvenius på inst. för skogens ekologi och skötsel för deras synpunkter och tips. Vi vill även tacka Neil Cory på inst. för skoglig resurshushållning, Johan Kroon, Lars Rytter och Johan Westin på Skogforsk, Mats Hannerz på Silvinformation AB, samt Försöksledare Håkan Schüberg på Jilu.

Litteraturlista

Agestam, E. (2005). Mer skog med främmande trädslag – föreningen SKOGENS exkursion 17/8 -05. Alnarp: Inst f sydsvensk skogsvetenskap.

Agestam, E. & Karlsson, C. (2009). Bilaga 5 Contorta tall (*Pinus contorta*) i Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen. (Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, 2009) Nedladdningsbar PDF. www.slu.se

Alexander, R.R., Shearer, C.R. & Shepperd, D.W. (1990). *Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt. Subalpine Fir. In: Burns, R.M. & Honkala, B.H. tech. coords. 1990. *Silvics of North America, Conifers, Agriculture Handbook 654*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, vol.2, s. 97-114

Arvidsson, M. & Persson, P. (1995). Inventering av trädslagsförsök på Avardefjället. (Examensarbete / Institutionen för skogsskötsel, 1995:8). Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.

Elfving, B. & Norgren, O. (1993). Volyme yield superiority of lodgepole pine compared to scots pine in Sweden. (Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig genetik och växtfysiologi, 1993:11). Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.

Elfving, B. (1986). Ett försök med åkerplantering av hybridasp och gran när Sundsvall. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift*, nr 5, 43-45

Elfving, B., Ericsson, T. & Rosvall, O. (2000). The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden - a review. *Forest Ecology and Management*, 141, 15-29

Eriksson, H. (1991). Vad vet vi dag om björkens och aspens produktion i Sverige? I: Skogsakta konferens nr 15. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.

Fahlvik, N., Johansson, U. & Nilsson, U. (2009). Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen. (Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, 2009) Nedladdningsbar PDF. www.slu.se

- Granqvist Pahlén, T., Nilsson, M., Egberth, M., Hagner, O. & Olsson, H. (2004). kNN-Sverige: Aktuella kartdata över skogsmarken. (*Fakta skog/ Sveriges lantbruksuniversitet, 2004:12*) Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet
- Gyllenmark, M. (2002). Provenienser av svartgran (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) i södra och mellersta Sverige. (*redogörelse / SkogForsk, 2002:4*). Eskilstuna: SkogForsk.
- Hannerz, M. (1988). Skogsodling på nedlagd jordbruksmark på torvunderlag –bakgrund och dokumentation av försöksanläggning. (*arbetsrapport / Institutionen för skogsskötsel, 1988:25*). Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Hånell, B. (1992). Skogsförnyelse på högproduktiva torvmarker –plantering på kalhygge och under skärmtäd. (*Rapport / Institutionen för skogsskötsel, 1992:34*). Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E., (2003). *Handledning i Bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem Del 2 Diagram och tabeller*. Jönköping: Skogsstyrelsen
- Jordbruksdepartementet (2007). *En skogspolitik i takt med tiden*. Stockholm: Sveriges regering. (2007/08:108)
- Johansson, T. & Holmberg, S. (1992). Proveniensval för *Abies lasiocarpa*. (*Examensarbete / Norra skogsinstitutet, 1992:6*). Bispgården: Norra skogsinstitutet.
- Kardell, L. (1989). Främmande trädslag i svenskt skogsbruk. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift*, nr 6, 4-17
- Karlman, L. (2010). Genetic Variation in Frost Tolerance, Juvenile Growth and Timber Production in Russian Larches (*Larix* Mill.) - Implications for use in Sweden.(*Avhandling/SLU, 2010:30*). Umeå: SLU.
- Kroon, J. & Rosvall, O. (2006). Förflyttningseffekter hos vit- och svartgran i norra Sverige. (*redogörelse / SkogForsk, 2006:1*). Gävle: SkogForsk.
- Kullman, L. (2005). Gamla och nya träd på Fulufjället – vegetationshistoria på hög nivå. *Svensk botanisk tidskrift, 99:6*
- Larsson, S., Lundmark, T.& Ståhl, G. (2009). *Möjligheter till intensivodling av skog. (Slutrapport / Sveriges lantbruksuniversitet)*. Nedladdningsbar PDF, www.slu.se
- Little, E.L., Jr.(1971) *Atlas of United States trees, volume 1, conifers and important hardwoods*. U.S. Department of Agriculture Miscellaneous Publication 1146.
- Lundström, A. (2003). Proveniensval och produktion för svartgran (*Picea mariana* (Mill. BSP.)) i norra Sverige. (*Examensarbete / Institutionen för skogsskötsel, 2003:9*). Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Martinsson, O. (1989). Har vi plats för främmande trädslag i svenskt skogsbruk? Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 1989, nr 6, 19-25

Martinsson, O. (1987) Lyckat och misslyckat –Historisk återblick på trädslagsforskningen i Norden. Märgträffen 1987. Umeå: Skogshögskolans studentkår.

Martinsson, O. (1994). Yield of *Larix suhaczevii* Dyl.in Northern Sweden (*Studia Forestalia Suecica*, 1995:196). Uppsala: Skogsvetenskapliga fakulteten, Sveriges lantbruksuniversitet.

Martinsson, O. (1999). Sibirisk lärk som skogsträd och virkesråvara. Aktuellt fra skogforskningen, nr 1, 30-34

Martinsson, O. & Hannerz, M. (1992). Rysk lärk utmärkt i norrland. *Skogen*, nr 4, 34-36

Martinsson, O. & Lesinski, J. (2007). *Siberian larch: forestry and timber in a Scandinavian perspective*. Ås: Jämtlands läns institut för landsbygdsutveckling.

Martinsson, O. & Winsa, H. (1986). Främmande trädslag i svenskt skogsbruk –utredning rörande möjligheterna att höja skogsbrukets produktion med hjälp av införda trädslag. (*Rapport / Skogsvetenskapliga fakulteten*, 1986:3). Umeå: Skogsvetenskapliga fakulteten.

Norén, M., & Ringagård, J.(2009).Regler om användning av främmande trädslag.(*Meddelande / Skogsstyrelsen*, 2009:7). Jönköping: Skogsstyrelsen

Olausson, K. (1987). Klippgran i Jämtland –inventering 1986 av kulturer från 1925-1971. (*Examensarbete / Norra skogsinstitutet*, 1987:17). Bispgården: Norra skogsinstitutet.

Persson, C. (2008). *Tillväxt och potentiell sågtimmerkvalitet i gallringsmogna jämförelseplanteringar med Pinus contorta och P. sylvestris*. (*Examensarbete/ Institutionen för skogens ekologi och skötsel*, 2008:11). Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.

Perttu, K. & Morén, A. (1995). *Regionala klimatindex - verktyg vid bestämning av skogsproduktion*. Fakta Skog - sammanfattar aktuell forskning vid Sveriges lantbruksuniversitet. nr 13.

Rosvall, O. (1987) Främmande trädslag –Nordsvenska intressen och varför. Märgträffen 1987. Umeå: Skogshögskolans studentkår.

Rosvall, O, Andersson, B. & Ericsson, T. (1998). Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial I norra Sverige med trädslagsvisa guider. (*Redogörelse / SkogForsk*, 1998:1). Oskarshamn: SkogForsk.

Rosvall, O., Hajek, J., Westin, J. & Bäckström, I. (1996) Norrländska trädslagsförsök 5-12 år efter plantering. (*Resultat / SkogForsk*, 1996:5). ? : SkogForsk.

Rosvall, O. & Hajek, J. (1992). Tidig utveckling, skador och avgång i skogsodlingsförsök med arter av *Abies*, *Picea*, *Pinus* och *Larix* i områden med kallt klimat. (*Rapport / Institutet för skogsförbättring*, 1992:25). Uppsala: Institutet för skogsförbättring.

Rosvall O., Simonsen R., Rytter L., Jacobson S. & Elfving B. (2007) Tillväxthöjande skogsskötselåtgärder i privatskogsbruket (Arbetsrapport/ SkogForsk, 2007:640). Uppsala: SkogForsk)

Rytter, L., Stener, L.G. & Werner, M. (2002). Hybridasp – ett lönsamt alternativ som passar i det nya skogsbruket. (*Resultat / SkogForsk, 2002:10*) Uppsala: SkogForsk.

Statistiska centralbyrån (2003). Pressinformation från SCB 2003:040. Stockholm: Statistiska centralbyrån.

Simak, M. (1979). *Larix sukaczweii*: naturlig utbredning biologi, ekologi och fröanskaffningsproblem (*Rapport / Institutionen för skogsskötsel, 1979:1*). Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.

Skogsstatistisk årsbok 2006. Jönköping: Skogsstyrelsen

Skogsvårdslagstiftningen, SVL, skogsstyrelsen 2009

Stener, L.G. & Karlsson, B. (2002). Förädlad björk och hybridasp, snabbt växande alternativ för södra Sverige. (*Resultat / SkogForsk, 2005:7*) Gävle: SkogForsk.

Sundström, E. (1997). *Afforestation of low-productive peatlands in Sweden*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.

U.S. Geological Survey, 1999, Digital representation of Little, E.L., Jr.(1971) Atlas of United States trees, volume 1, conifers and important hardwoods. U.S. Department of Agriculture Miscellaneous Publication 1146.

Viereck, A.L. & Johnston, F.W.(1990). *Picea mariana (Mill.) B.S.P. Black Spruce*. In: Burns, R.M. & Honkala, B.H. tech. coords. 1990. *Silvics of North America, Conifers, Agriculture Handbook 654*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service,. vol.2, s. 443-459

Internet

Riksdagens hemsida. www.riksdagen.se (2010-03-10) Proposition 2007/08:108 En skogspolitik i takt med tiden

Riksskogstaxeringens hemsida. www-riksskogstaxeringen.slu.se (2010-03-15) Statestikarkiv / Trädslag

Skogsstyrelsens hemsida. www.svo.se (2010-03-16) Startside / Fakta om skog / Statistik / Skog, skogsmark

Skogsstyrelsens hemsida. www.svo.se (2010-03-31) Startside / Fakta om skog / Skogens Pärlor / Sumpskogar

Personlig kommunikation

Björn Elfving Inst. för skogens ekologi och skötsel 16/3 2010

Johan Kroon 2010-03-03. Skogforsk, Sävar, Contorta tallförädlare. Doktorand i forskarskolan Skogsgenetik och förädling. Dendrolog. [johan.kroon@skogforsk.se]

Mats Hannerz, 4/3, 2010. VD, vetenskapsredaktör Silvinformation AB.
[mats.hannerz@silvinformation.se]

Lars Rytter 17/3 2010. Forskare Skogsskötsel, Skogforsk, Ekebo. [Lars.Rytter@skogforsk.se]

Johan Westin 15/3, 2010. Forskare Skogsträdsförädling N, SkogDr/Skogsträdsförädlare/
Växtfysiolog, Skogforsk, Sävar. [Johan.Westin@skogforsk.se]

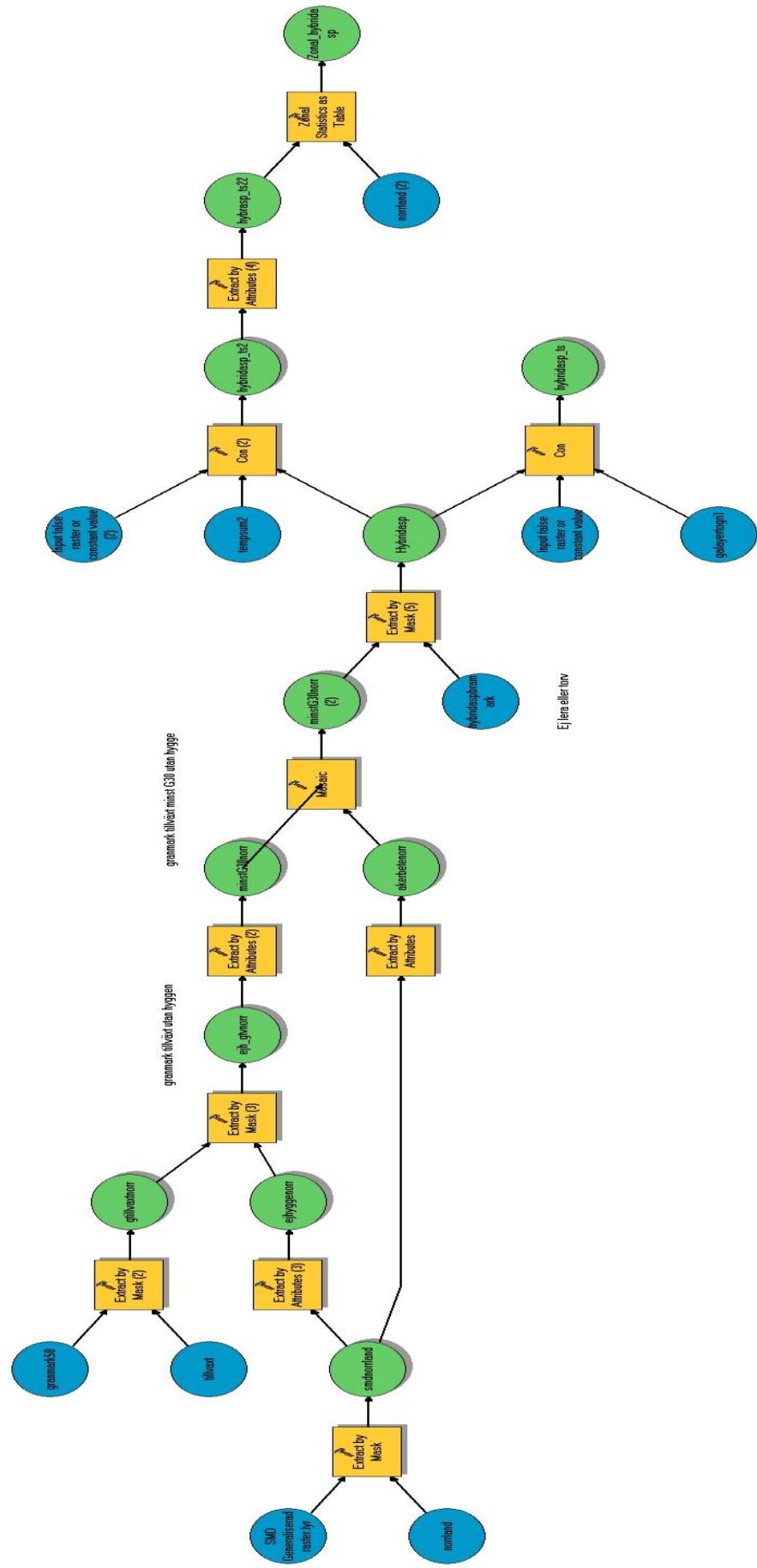
Bilaga

Modeller

Modeller som användes i programmet ArcGis Desktop 9.3 för att bestämma vilka arealer som kunde vara lämpliga för de olika trädslagen i norrland.

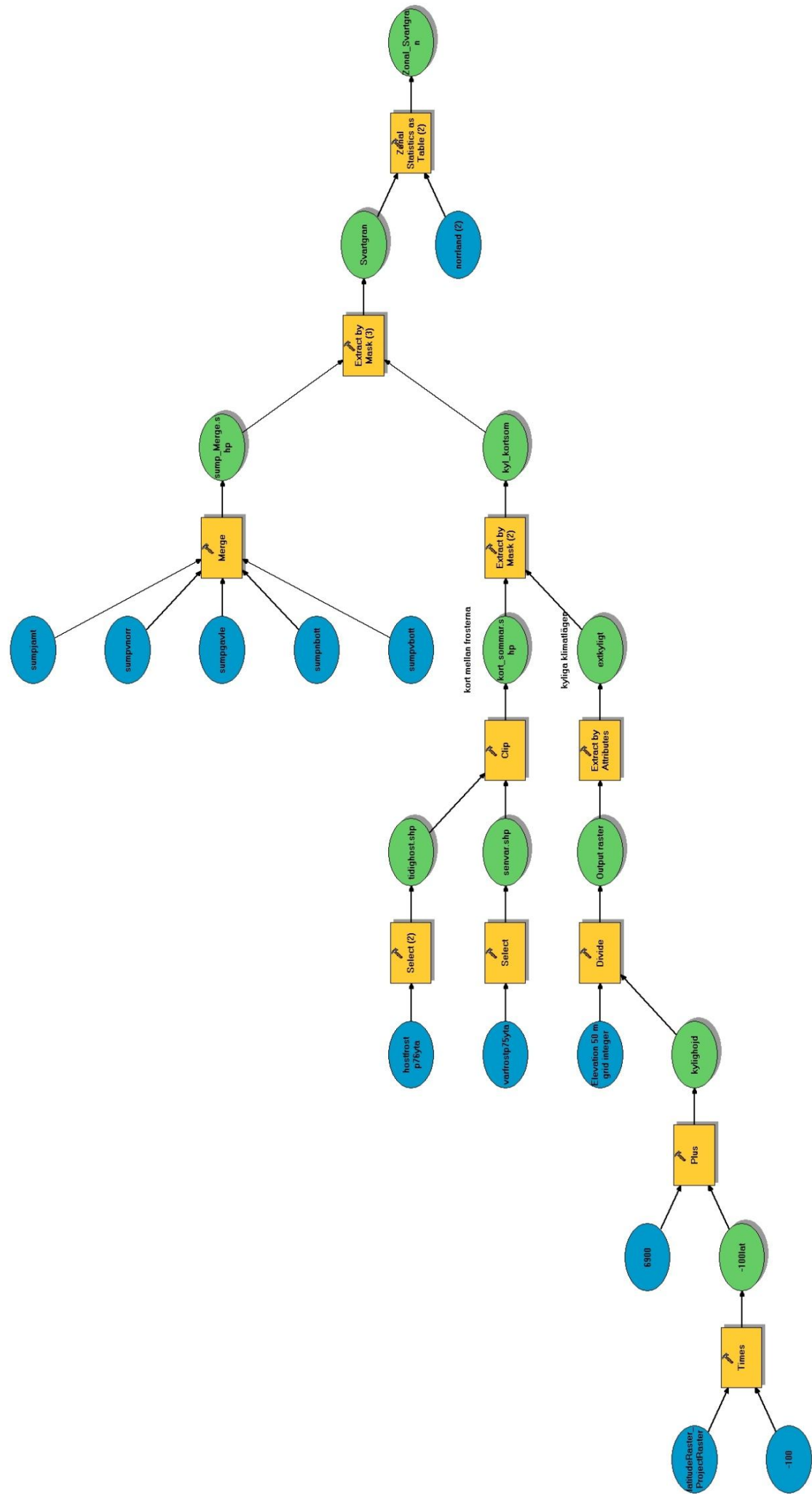
Hybridasp (*Populus x wettsteinii*)

Modellen utgick från följande grundkartmaterial (blåa i modellen): Lantmäteriets SMD data och länskarta, tillväxt lager, gränsmarks lager, och temperatursumme lager. Fem olika verktyg användes (orange i modellen): extrakt by mask, extrakt by Attributes, Mosaic, Con och Zonal Statistics as Table.



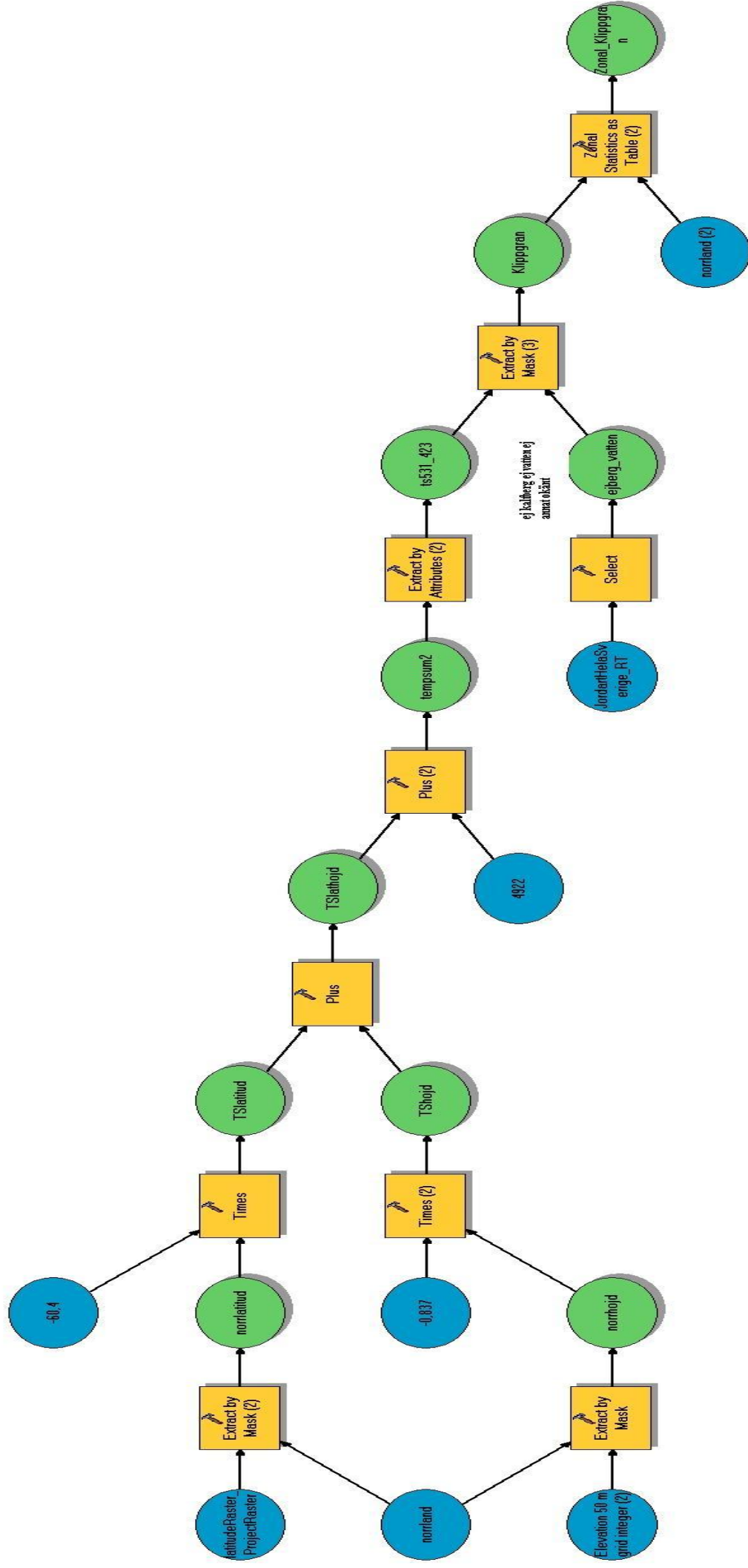
Svartgran (*Picea mariana*)

Modellen utgick från följande grundkartmaterial (blåa i modellen) : Lantmäteriets länskarta och höjdkarta. Arc gis genererad breddgrads lager. Skogstyrelsens Sumpskogar. SMHI:s första höstfrost och sista vårfrost. I modellen ligger även modellen som räknar ut kyligt/extremt kyligt klimatlägen utifrån Hägglund. & Lundmark (2003) även en modell som skapar ett lager med de områden som har kortast tid mellan vårfrost och höstfrost. nio olika verktyg användes (orange i modellen): extrakt by mask, extract by Attributes, Times, Plus, Select, Divide, Clip, Merge and Zonal Statistics as Table.

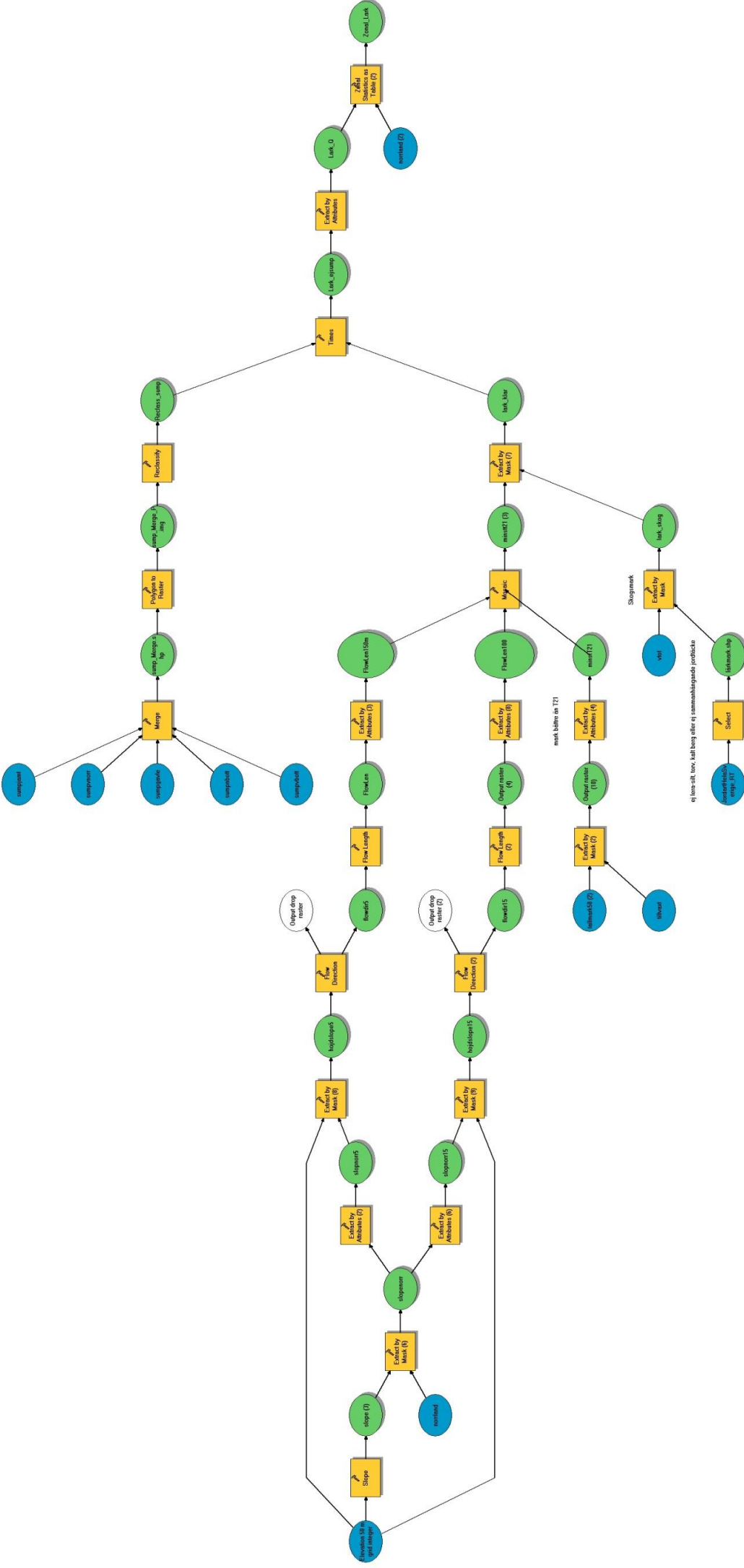


Klippgran (*Abies lasiocarpa*)

Modellen utgick från följande grundkartmaterial (blåa i modellen) : Lantmäteriets länskart och höjdkarta. SGU:s Jordartskarta och aregis genererad breddgrads lager . I modellen ligger även modellen som räknar ut tempsumman enligt Perttu & Morén (1995). Sex olika verktyg användes (orange i modellen): extract by mask, extract by Attributes, Times, Plus, Select och Zonal Statistics as Table.

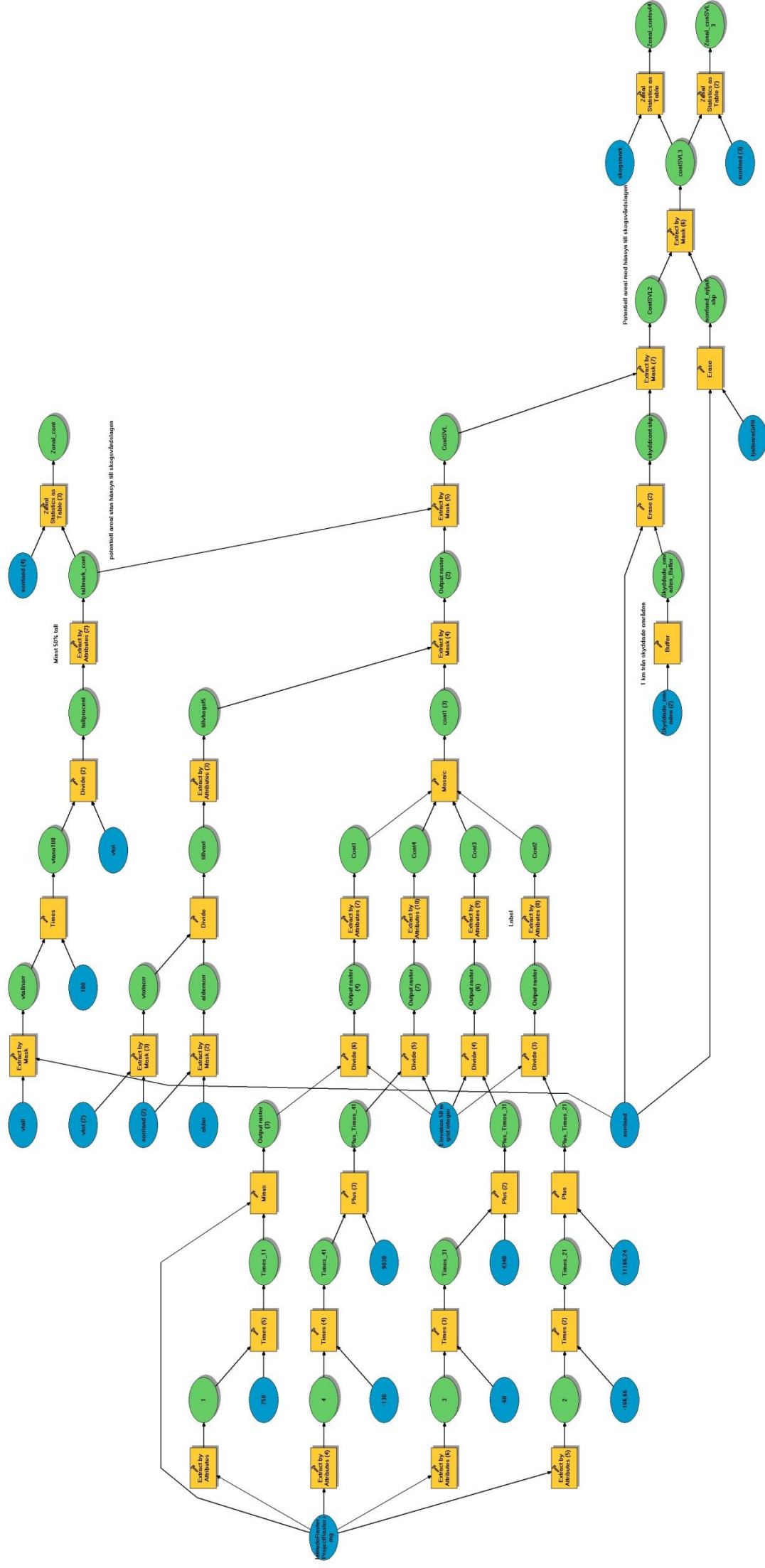


Modellen utgick från följande grundkartmaterial (blåa i modellen) : Lantmäteriets länskartor och höjdkarta. SGU:s Jordartskarta, Skogstyrelsens sumpskogar, SLU:s Knn volym,. Även våra fråns SLU:s Knn skapade lager med tillväxt och Tallmark. Elva olika verktyg användes (orange i modellen): extrakt by mask, extrakt by Attributes, Times, Select, Slope, Flow Length, Merge, Polygon to Raster, Reclassify, Mosaic och Zonal Statistics as Table.



ta var. latifolia)

potentiell areal för contorta med hänsyn till SVL och en utan.



Alla trädslag på samma karta

Modellen utgick från följande grundkartmaterial (blåa i modellen) : SLU:s Knn volym. De fem olika trädslagens utbredningskartor från de föregående modellerna. tre olika verktyg användes (orange i modellen): Reclassify, Mosaic och Zonal Statistics as Table. Resultat: Utbredningskarta med all femträdslagens potentiella utbredningsarealer efter rangordning.

